

09/646228

PCT/JP99/01475

13.04.99

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

REC'D 26 APR 1999

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

1998年 3月27日

出 願 番 号

Application Number:

平成10年特許願第081686号

出 願 人

Applicant (s):

堀米 秀嘉

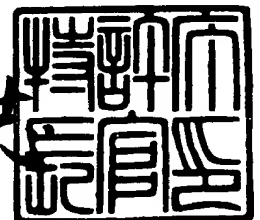
BEST AVAILABLE COPY

PRIORITY
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1999年 3月26日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

山 建 彦



出証番号 出証特平11-3019006

【書類名】	特許願
【整理番号】	HM98003
【提出日】	平成10年 3月27日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	G02F 01/00 G03B 35/00 G09G 05/00
【発明の名称】	3次元画像表示装置
【請求項の数】	14
【発明者】	
【住所又は居所】	神奈川県厚木市妻田東1-6-48 ウッドパーク本厚 木709
【氏名】	堀米 秀嘉
【特許出願人】	
【識別番号】	598026862
【氏名又は名称】	堀米 秀嘉
【代理人】	
【識別番号】	100107559
【弁理士】	
【氏名又は名称】	星宮 勝美
【代理人】	
【識別番号】	100109656
【弁理士】	
【氏名又は名称】	三反崎 泰司
【代理人】	
【識別番号】	100098785
【弁理士】	
【氏名又は名称】	藤島 洋一郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019482

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 それぞれが複数の画素を配列して構成され、各画素の選択的な駆動によって2次元画像を表示可能な複数の2次元画像表示素子と、

これらの各2次元画像表示素子に対向して設けられ、対応する2次元画像表示素子から出射されて入射する光を空間中に拡散させて出射することが可能な光拡散素子と、

前記光拡散素子から出射した光が表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像を前記空間中に形成することとなるように前記各2次元画像表示素子の表示動作を制御する表示制御手段と
を備えたことを特徴とする3次元画像表示装置。

【請求項2】 前記表示制御手段は、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で2次元的に表した2次元画像データをそれぞれ対応する2次元画像表示素子に供給することにより各2次元画像表示素子の表示動作を制御し、前記各光拡散素子から出射した光によって前記多数の点光源像を前記空間中に形成させるようにしたことを特徴とする請求項1記載の3次元画像表示装置。

【請求項3】 前記光拡散素子は、入射される光を一点に集光することが可能な集光部と、この集光部により形成される集光点に位置する平面状の出射面とを有するように形成されていることを特徴とする請求項1記載の3次元画像表示装置。

【請求項4】 前記光拡散素子の集光部の入射面は、入射側に凸形状をなす非球面を含んで構成されていることを特徴とする請求項3記載の3次元画像表示装置。

【請求項5】 前記光拡散素子の集光部の入射面は、前記集光点に曲率中心をもつ球面を含んで構成されていることを特徴とする請求項3記載の3次元画像表示装置。

【請求項 6】 前記光拡散素子の集光部はフレネルレンズを含んで構成されていることを特徴とする請求項 3 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 7】 前記光拡散素子の集光部の入射面は、輪帯状の干渉縞が形成された面を含んで構成されていることを特徴とする請求項 3 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 8】 前記光拡散素子は所定パターンの干渉縞が形成された板状体として構成され、入射される光を一点に集光し、または入射される光をそれが一点から拡散したかのように発散させることが可能であることを特徴とする請求項 1 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 9】 それぞれが複数の画素を配列して構成され、各画素の選択的な駆動によって 2 次元画像を表示可能な複数の 2 次元画像表示素子と、

これらの各 2 次元画像表示素子に対向して設けられ、対応する 2 次元画像表示素子から出射されて入射する光をそのまま通過させる微小開口部と、

前記各微小開口部を通過した光が表示対象の 3 次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成することとなるように前記各 2 次元画像表示素子の表示動作を制御する表示制御手段と、
を備えたことを特徴とする 3 次元画像表示装置。

【請求項 10】 前記表示制御手段は、表示対象の 3 次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で 2 次元的に表した 2 次元画像データをそれぞれ対応する 2 次元画像表示素子に供給することにより各 2 次元画像表示素子の表示動作を制御し、前記各微小開口部を通過した光によって前記多数の点光源像を前記空間中に形成させるようにしたことを特徴とする請求項 9 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 11】 複数の画素を配列して構成され、各画素の選択的な駆動によって 2 次元画像を表示可能な 2 次元画像表示パネルと、

前記 2 次元画像表示パネルに対向して配置され、この 2 次元画像表示パネルの各画素から出射されて入射する光をそのまま通過させまたは遮断することが可能な複数の光開閉セルを配列してなる光開閉セルアレイと、

前記光開閉セルアレイを走査して、各光開閉セルが順次開状態となるように制

御する光開閉セル制御手段と、

前記光開閉セル制御手段による前記光開閉セルアレイの走査に同期して前記 2 次元画像表示パネルにおける画像表示範囲を順次移動させるように制御し、この画像表示範囲の各画素から出射して前記光開閉セルアレイの開状態の光開閉セルを通過した光によって表示対象の 3 次元画像を構成する多数の点光源像を前記空間中に形成させる表示制御手段と

を備えたことを特徴とする 3 次元画像表示装置。

【請求項 1 2】 前記表示制御手段は、表示対象の 3 次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で 2 次的に表した 2 次元画像データをそれぞれ前記 2 次元画像表示パネルにおける画像表示範囲の画素に供給することにより 2 次元画像表示パネルの表示動作を制御し、前記開状態の光開閉セルを通過した光によって前記多数の点光源像を前記空間中に形成させるようにしたことを特徴とする請求項 1 1 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 1 3】 複数の画素を配列して構成され、各画素の選択的な駆動によって 2 次元画像を表示可能な 2 次元画像表示パネルと、前記 2 次元画像表示パネルに対向して配置され、この 2 次元画像表示パネルの各画素から出射されて入射する光をそのまま通過させまたは遮断することが可能な複数の光開閉セルを配列してなる光開閉セルアレイと、を有する表示ユニットを複数配列して構成されると共に、

前記複数の表示ユニットの各光開閉セルアレイを並列に走査して、互いに対応する位置にある各光開閉セルが一斉に開状態となるように制御する光開閉セル並列制御手段と、

前記光開閉セル並列制御手段による前記複数の光開閉セルアレイの並列走査に同期して前記複数の表示ユニットの各 2 次元画像表示パネルにおける画像表示範囲を並列に移動させるように制御し、各画像表示範囲の各画素から出射して対応する光開閉セルアレイの開状態の光開閉セルを通過した光によって表示対象の 3 次元画像を構成する多数の点光源像を前記空間中に形成させる並列表示制御手段と

を備えたことを特徴とする 3 次元画像表示装置。

【請求項 14】 前記並列表示制御手段は、表示対象の 3 次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で 2 次元的に表した 2 次元画像データをそれぞれ前記複数の表示ユニットにおける各 2 次元画像表示パネルの画像表示範囲の画素に供給することにより各 2 次元画像表示パネルの表示動作を制御し、前記光開閉セルを通過した光によって前記多数の点光源像を前記空間中に形成させるようにしたことを特徴とする請求項 13 記載の 3 次元画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、空間に立体画像を表示可能な 3 次元画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、光技術の進展に伴って、立体画像を表示する技術について様々な提案がなされている。その一つに、例えばアイマックスシアター（商標名）のように、左眼用画像と右眼用画像とを重ね合わせた画像を専用の眼鏡を装着して見ることによって立体的な表現を可能とする 2 眼式の立体ビュー装置がある。この装置では、左右の眼の視差を利用したステレオグラムにより立体的表現を可能としている。

【0003】

また、レーザ等のコヒーレントな光（可干渉光）を用いたホログラフィ技術による立体表示も行われている。この技術は、予め物体光と参照光とを用いて乾板等にホログラフィを形成しておき、このホログラフィに元の参照光を照射することで再生光を得て立体的な画像表示を行おうとするものである。

【0004】

さらに、いわゆる IP (Integral Photography) 法で代表されるレンズ板 3 次元画像表示技術がある。この IP 法は、リップマンが提案したもので、まず、多数の小さな凸レンズ群からなるフライアイレンズと呼ばれるレンズ板の焦点面に写真乾板を配置して、このレンズ板を介して物体光を露光することにより写真乾板上に多数の小さな物体像を記録したのち、この写真乾板を現像し、それを前と全く同じ位置に置いて背面から光を照射するようにしたものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

以上のうち、上記の立体ビュア装置においては、専用の眼鏡を装着しなければならないので観る者にとって不便であると共に、不自然な画像であるため疲れやすく、長時間の鑑賞には適さない。この問題を解決するために、最近では専用の眼鏡を不要とした立体視テレビジョンが提案されている。しかしながら、この種の立体視技術はあくまで左右の眼の視差を利用した擬似的な立体表示を行うものであって、真の意味での3次元表示を可能とするものではない。このため、画面の左右方向の立体感は表示できるものの、上下方向の立体感は表現できず、例えば寝転んで見ることはできなかった。また、視差利用技術であることから、視点を変えても単に同じ画像が立体感（奥行感）をもって見えるにすぎず、頭を左右に振っても物体の側面が見えるわけではなかった。

【0006】

また、上記したホログラフィ技術による立体表示技術は、レーザ等のコヒーレント光を必要とするため、装置が大掛かりとなって製作コストも高くなり、また、レーザ特有のスペckル干渉パターンによる画質低下も生ずる。また、ホログラフィ技術は、予め写真乾板上に作成したホログラフィを用いて立体表示を行うものであるため、静止画には適するものの、動画の3次元表示には適していない。このことは、上記したIP法においても同様であり、予め写真乾板上に多数の小さな物体像を記録する工程が必要であることから動画には適していない。

【0007】

以上のことから、従来の技術では、真の意味での立体動画表示が可能なテレビジョンや街頭またはスタジアム等に設置される超大型表示装置を実現することは困難であった。

【0008】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、専用の眼鏡やコヒーレント光を必要とせずに、静止画のみならず動画についても真の意味での立体表示が可能な3次元画像表示装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

請求項1記載の3次元画像表示装置は、それぞれが複数の画素を配列して構成され、各画素の選択的な駆動によって2次元画像を表示可能な複数の2次元画像表示素子と、これらの各2次元画像表示素子に対向して設けられ、対応する2次元画像表示素子から出射されて入射する光を空間中に拡散させて出射することが可能な光拡散素子と、光拡散素子から出射した光が表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成することとなるように各2次元画像表示素子の表示動作を制御する表示制御手段とを備えている。

【0010】

この3次元画像表示装置では、対応する2次元画像表示素子から光拡散素子へに入射した光は空間中に拡散して出射する。そして、これらの出射光により、表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像が空間中に形成される。

【0011】

請求項2記載の3次元画像表示装置は、請求項1記載の3次元画像表示装置において、上記の表示制御手段が、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で2次元的に表した2次元画像データをそれぞれ対応する2次元画像表示素子に供給することにより各2次元画像表示素子の表示動作を制御し、各光拡散素子から出射した光によって多数の点光源像を空間中に形成させるようにしたものである。

【0012】

請求項1記載の3次元画像表示装置において、光拡散素子は、入射される光を一点に集光することが可能な集光部と、この集光部により形成される集光点に位置する平面状の出射面とを有するように形成可能である。ここで、光拡散素子の集光部の入射面は、入射側に凸形状をなす非球面を含むように構成するか、もしくは集光点に曲率中心をもつ球面を含むように構成することが可能である。あるいは、光拡散素子の集光部がフレネルレンズを含むように構成するか、もしくは光拡散素子の集光部の入射面が輪帯状の干渉縞が形成された面を含むように構成することも可能である。また、請求項1記載の3次元画像表示装置において、光

拡散素子を、所定パターンの干渉縞が形成された板状体として構成し、入射される光を一点に集光し、または入射される光をそれが一点から拡散したかのように発散させる機能をもたせることも可能である。

【0013】

請求項9記載の3次元画像表示装置は、それぞれが複数の画素を配列して構成され、各画素の選択的な駆動によって2次元画像を表示可能な複数の2次元画像表示素子と、これらの各2次元画像表示素子に対向して設けられ、対応する2次元画像表示素子から出射されて入射する光をそのまま通過させる微小開口部と、各微小開口部を通過した光が表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成することとなるように各2次元画像表示素子の表示動作を制御する表示制御手段とを備えている。

【0014】

この3次元画像表示装置では、対応する2次元画像表示素子からの出射光は微小開口部を通過して空間中に射出する。そして、これらの出射光により、表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像が空間中に形成される。

【0015】

請求項10記載の3次元画像表示装置は、請求項9記載の3次元画像表示装置において、上記の表示制御手段が、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で2次的に表した2次元画像データをそれぞれ対応する2次元画像表示素子に供給することにより各2次元画像表示素子の表示動作を制御し、各微小開口部を通過した光によって多数の点光源像を空間中に形成させるようにしたものである。

【0016】

請求項11記載の3次元画像表示装置は、複数の画素を配列して構成され、各画素の選択的な駆動によって2次元画像を表示可能な2次元画像表示パネルと、2次元画像表示パネルに対向して配置され、この2次元画像表示パネルの各画素から出射されて入射する光をそのまま通過させまたは遮断することが可能な複数の光開閉セルを配列してなる光開閉セルアレイと、光開閉セルアレイを走査して、各光開閉セルが順次開状態となるように制御する光開閉セル制御手段と、光開

閉セル制御手段による光開閉セルアレイの走査に同期して2次元画像表示パネルにおける画像表示範囲を順次移動させるように制御し、この画像表示範囲の各画素から出射して光開閉セルアレイの開状態の光開閉セルを通過した光によって表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成させる表示制御手段とを備えている。

【0017】

この3次元画像表示装置では、光開閉セルアレイは、各光開閉セルが順次開状態となるように走査制御され、この走査に同期して、2次元画像表示パネルにおける画像表示範囲が順次移動するように制御が行われる。そして、順次移動していく画像表示範囲の各画素から出射して光開閉セルアレイの開状態の光開閉セルを通過した光により、表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像が空間中に形成される。

【0018】

請求項12記載の3次元画像表示装置は、請求項11記載の3次元画像表示装置において、上記の表示制御手段が、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で2次的に表した2次元画像データをそれぞれ2次元画像表示パネルにおける画像表示範囲の画素に供給することにより2次元画像表示パネルの表示動作を制御し、開状態の光開閉セルを通過した光によって多数の点光源像を空間中に形成させるようにしたものである。

【0019】

請求項13記載の3次元画像表示装置は、複数の画素を配列して構成され、各画素の選択的な駆動によって2次元画像を表示可能な2次元画像表示パネルと、2次元画像表示パネルに対向して配置され、この2次元画像表示パネルの各画素から出射されて入射する光をそのまま通過させまたは遮断することが可能な複数の光開閉セルを配列してなる光開閉セルアレイと、を有する表示ユニットを複数配列して構成されると共に、複数の表示ユニットの各光開閉セルアレイを並列に走査して、互に対応する位置にある各光開閉セルが順次一斉に開状態となるように制御する光開閉セル並列制御手段と、光開閉セル並列制御手段による複数の光開閉セルアレイの並列走査に同期して複数の表示ユニットの各2次元画像表示

パネルにおける画像表示範囲を並列に移動させるように制御し、各画像表示範囲の各画素から出射して対応する光開閉セルアレイの開状態の光開閉セルを通過した光によって表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成させる並列表示制御手段とを備えている。

【0020】

この3次元画像表示装置では、2次元画像表示パネルと光開閉セルアレイとを有する表示ユニットが複数配列されている。これらの複数の表示ユニットの各光開閉セルアレイは並列に走査され、互いに対応する位置にある各光開閉セルが一斉に開状態となるように制御が行われる。一方、複数の光開閉セルアレイの並列走査に同期して、複数の表示ユニットの各2次元画像表示パネルにおける画像表示範囲が並列に（一斉に）移動するように制御が行われる。各画像表示範囲の各画素からの出射光は対応する光開閉セルアレイにおける開状態の光開閉セルを通過し、これらの通過光により、表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像が空間中に形成される。

【0021】

請求項14記載の3次元画像表示装置は、請求項13記載の3次元画像表示装置において、並列表示制御手段が、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で2次的に表した2次元画像データをそれぞれ複数の表示ユニットにおける各2次元画像表示パネルの画像表示範囲の画素に供給することにより各2次元画像表示パネルの表示動作を制御し、光開閉セルを通過した光によって多数の点光源像を空間中に形成させるようにしたものである。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0023】

〔第1の実施の形態〕

図1は本発明の一実施の形態に係る3次元画像表示装置を構成する3次元表示スクリーンの正面構造を表し、図2はこの3次元画像表示装置における図1のA-A'線に沿った断面構造を表し、図3は図2に示した3次元表示スクリーンの断

面構造の一部を拡大して表すものである。図1に示したように、この3次元表示スクリーン10は、水平方向（図の左右方向）および垂直方向（図の上下方向）にそれぞれ一定間隔でマトリクス状に配列されたスクリーンドット11を有している。図2および図3に示したように、3次元表示スクリーン10は、可視光を殆ど損失なく透過させることが可能な透明材料で形成され、マトリクス状に配列された多数の光拡散素子12と、各光拡散素子12の後述する入射面12b側に対向して配置された液晶表示素子（以下、LCDという。）13とを備えている。

【0024】

各光拡散素子12は、基台部12aと、基台部12aの一方の側に外に凸をなすように形成された入射面12bと、基台部12aの他方の側に平面として形成された出射面12cとを有している。入射面12bは、例えば放物面等のように、入射側に凸形状をなす非球面として形成されている。なお、すべての光拡散素子12は一体に形成するのが好適である。ここで、入射面12bが本発明における「集光部」に対応し、出射面12cが本発明における「出射面」に対応する。

【0025】

各LCD13は、例えば水平方向に15個の画素（液晶セル）、垂直方向に9個の画素を配したマトリクス構成となっており、支持部材14によって光拡散素子12に固設されている。なお、図3では便宜上、水平方向における9画素と9本の光線のみを図示している。但し、これらの画素数に限定されるのではなく、適宜変更可能である。LCD13の各画素は、表示対象の3次元画像の全体または各部分を互いに異なる視点からそれぞれ2次元静止画として表した画像データによって駆動されるようになっている。そして、1組の光拡散素子12およびLCD13によって1つのスクリーンドット11を構成している。

【0026】

図2に示したように、3次元表示スクリーン10の背後には、複数のスクリーンドット11ごとに1つのコリメータレンズ20が配置され、さらにその背後には発光ダイオード31を有する光源部30が設けられている。そして、発光ダイオード31から発せられた光はコリメータレンズ20によって平行光に変換され

てLCD13に入射するようになっている。コリメータレンズ20は、例えば図2に示したように、フレネルレンズ等で構成可能である。

【0027】

図3に示したように、コリメータレンズ20から出射された平行光は、LCD13の各画素を構成する液晶セルを通過するときに選択的に変調を受けて光拡散素子12の入射面12bに入射し、この入射面12bで屈折して出射面12c上の一点（集光点12d）に集光するようになっている。この集光点12dに集光した光は、ここでさらに屈折して空間中にほぼ均一に拡散して出射する。ここで、例えば光拡散素子12における入射面12bの開口数（NA）を0.55とし、基台部12aの屈折率を1.80とすると、光が入射面12aによって集光点12dに集光するときの実効開口数は、 $0.55 \times 1.80 = 1.0$ より、1.0となる。したがって、集光点12dに集光した光が出射面12cから空間中に出射するときの拡散角は180度となる。すなわち、集光点12dを点光源とした拡散光が空間中に出射されることとなる。ここで、LCD13が本発明における「2次元画像表示素子」に対応し、光拡散素子12が本発明における「光拡散素子」に対応する。

【0028】

図4は上記のような構成の3次元表示スクリーン10の表示制御を行う表示制御回路を表すものである。この表示制御回路40は、複数の部分画像データからなる2次元静止画データ48を入力するためのデータ入力部41と、入力された2次元静止画データ48を一旦蓄えるデータバッファ42と、データバッファ42に蓄えられた2次元静止画データ48を複数の部分画像データとして分配出力する分配部43と、分配部43から出力された各部分画像データをそれぞれ一旦蓄えると共に、各部分画像データを所定のタイミングで対応するLCD13に一斉に出力するバッファメモリ44と、以上の各部を制御する主制御部45とを備えている。ここで、部分画像データとは、後述の具体例で説明するように、表示対象の3次元静止画像の各部を互いに異なる視点から2次元的に表したデータをそれぞれ反転して作成したデータである。ここにいう反転とは、上下方向および左右方向のみならず、奥行き方向（すなわち、3次元表示スクリーン10に表示

した場合において、3次元表示スクリーン10と垂直の方向)においても画像が反転することを意味する。このように予め反転しておくのは、元の画像(LCD 13に与えられた画像)が光拡散素子12によって反転することを見越したもので、最終的に得られる空間立体画像がデスマスクのような凹凸の反転したものになってしまうのを防止するためである。なお、上記の所定のタイミングとは、主制御部45によって指示されるタイミングである。ここで、表示制御回路40が本発明における「表示制御手段」に対応する。

【0029】

次に、図1～図5を参照して、以上のような構成の3次元画像表示装置の動作を説明する。ここで、図5は3次元表示スクリーン10を真上から見た状態を表すものである。但し、図5では図2に示した光源部30およびコリメータレンズ20の図示を省略している。

【0030】

まず、図示しない画像処理装置において、表示対象の3次元画像の各部を互いに異なる視点で2次的に表した画像データをそれぞれ反転して複数組の部分画像データを作成し、これらを2次元静止画データ48として表示制御装置40のデータ入力部41(図4)に入力する。ここで、「部分画像データ」は、例えば、被写体に対して相対的に(例えば左方から右方へ)移動するカメラにより一定移動距離ごとに被写体を撮影して得られるものであるが、そのほかコンピュータグラフィクスによって作成されたものであってもよく、あるいは、CT(Computerized Tomography) スキャン画像やX線によるレントゲン像、さらには、超音波診断装置によって得られた画像であってもよい。3次元動画像を表示する場合は、連続する場面を表すそれぞれの3次元画像ごとに上記のような複数組の部分画像データを作成して、順次、データ入力部41に入力する。

【0031】

データ入力部41に入力された2次元静止画データ48は、一旦、データバッファ42に蓄えられた後、分配部43により、各部分画像データとして対応するバッファメモリ44に分配出力され、それぞれに一旦蓄えられる。これらの各バッファメモリ44に蓄えられた部分画像データは、主制御部45からの出力タイ

ミング信号に同期して、対応するLCD 13に一斉に出力される。

【0032】

一方、図2に示したように、光源部30の発光ダイオード31から発せられた光は、コリメータレンズ20によって平行光束に変換されて、LCD 13に垂直に入射する。図3に示したように、各画素に入射した光はそこで部分画像データの対応画素データに応じた強度変調を受け、そのまま各画素と垂直に出射する。ここで、各画素で行われる強度変調は、“0”，“1”の2階調の変調であってもよいし、あるいは3階調以上の多階調の変調であってもよい。

【0033】

図3に示したように、各LCD 13の各画素から出射した光線は、対応する光拡散素子12の入射面12bに入射し、ここでそれぞれ屈折して出射面12c上の集光点12dに集光したのち、空間中に拡散して出射する。これにより、図5に示したように、3次元表示スクリーン10の前方の空間には、各スクリーンドット11の光拡散素子12からそれぞれ出射した光線によって多数の点光源像Pが形成されることとなる。これらの点光源像は、3次元表示スクリーン10の水平および上下方向のみならず奥行方向にも分布し、全体として3次元静止画像を構成する。したがって、3次元表示スクリーン10の前方に位置する観測者Qは、空間中に立体的な空間画像Rを観察することができる。

【0034】

このとき、LCD 13の互いに対応する画素における変調の強さを各スクリーンドット11ごとに変化させるようにすれば、観測者Qによって観測される点光源像Pの強度は見る方向によって異なることとなる。したがって、この場合には、視点の移動に応じた輝度変化をも表現することができる。例えば、金属面で光が反射する様子を忠実に表現することも可能である。

【0035】

また、図5に示した例では、各スクリーンドット11の光拡散素子12からの出射光の水平方向における発散角がほぼ180度に近いものとなっているので、水平方向の視野角もまた180度に近いものとなる。このため、観測者Qは左右に移動することによって空間画像Rの側面まで見ることができる。

【0036】

また、以上のような処理を、連続した内容の各3次元静止画ごとに高速（例えば30分の1秒程度）の周期で行うようにすれば、3次元表示スクリーン10（図5）の前方空間に3次元動画像を出現させることができ、観測者Qは、眼の残像現象によってリアルな立体動画像を観察することができる。

【0037】

次に、図6～図11を参照して、本実施の形態の具体例を説明する。

【0038】

本具体例では、説明の簡略化のため、図6（a）に示したように、「COMETS」という平面的な文字を空間中に表示するものとして説明する。ここではまず、同図（a）に示したように、「COMETS」の文字画像を水平方向に31個、垂直方向に5個の画素に分割する。そして、同図（b）に示したように、各画素を2値データ“0”または“1”で表現する。ここで、データ“1”は明点画素を示し、データ“0”は暗点画素を示す。ここでは、水平方向の画素にX1～X31の番号を付し、垂直方向の画素にY1～Y5の番号を付すものとする。

【0039】

次に、各水平方向データから15ビットずつデータを切り出す。例えば、図6（b）のY1列のデータについて考えると、図7に示したように、31ビットの元データの左右にそれぞれ14ビットずつのダミーデータを付加して合計59ビットのデータとした上で、左端から順に1ビットずつシフトしながら15ビットずつのデータを切り出していく。

【0040】

ここで、左右に14ビットずつのダミーデータを付加するのは、次のような理由からである。すなわち、図11（a）に示したように、空間画像の左端側および右端側の各7ドット分についても正しく表示されるようにするには、3次元表示スクリーン10の水平方向において、表示対象画像「COMETS」の水平方向画素数に対応した31ドットのスクリーンドット11の左右にさらに7ドットずつのスクリーンドット11が必要となる。このため、実際には表示されない仮想空間ドット（14+14）を考慮すると、全部で45+14=59個の空間ドット

ットを形成することとなり、これに対応して59ビットのデータが必要となるのである。なお、ここに示した図11(a)は、3次元表示スクリーン10と空間画像の各ドット(点光源像)との位置関係を表すものであり、同図(b)は3次元表示スクリーン10の前方に出現する空間画像を表すものである。このうち、図11(a)は3次元表示スクリーン10を真上から見た状態を表し、同図(b)は3次元表示スクリーン10の正面から見た状態を表すものである。但し、同図(a)では、図2に示した光源部30およびコリメータレンズ20の図示を省略している。同図(a)では、同図(b)の空間画像のうちの最上段のドット列のみを示しており、実際に出現するドット(点光源像)を黒丸(●)で表示している。

【0041】

本具体例では、図8に示したように、合計59ビットのデータから15ビットのデータが45組切り出される。

【0042】

次に、図8に示した45組の切出データのそれぞれについて、上下ビット(図の左右)を入れ換える反転処理を行い、図9に示したような45組の反転データを得る。この図で、スクリーンドット番号とは図11に示した3次元表示スクリーン10の各スクリーンドット11の左端から右方向に向かって順に付した番号である。

【0043】

以上のような処理を図6(b)のY2~Y5列のデータについてもそれぞれ同様に行い、各列についてそれぞれ図9に示したような45組の反転データを得る。そして、Y1~Y5の各列について得られた反転データを、それぞれ、対応する番号のスクリーンドット11のLCD13に供給する。このとき、Y1列についての反転データは、LCD13の最下段の画素列に3次元表示スクリーン10の前方から見て左端から順に供給され、Y5列についての反転データはLCD13の最上段の画素列に左端から順に供給される。すなわち、LCD13に供給されるデータは、水平方向のみならず垂直方向においても反転されて供給されることとなる。より具体的には、例えば図9に示したY1列についての反転データの

うち、スクリーンドットD1用の反転データ“0000000000000000”の各ビットは、このスクリーンドットD1（図11）におけるLCD13の最下段の画素列に左端から順に供給され、スクリーンドットD2用の反転データ“1000000000000000”の各ビットは、このスクリーンドットD2におけるLCD13の最下段の画素列に左端から順に供給される。その他のスクリーンドットD3～D45についても同様である。

【0044】

図10は、Y1列についての反転データがスクリーンドットD15～D19のLCD13に供給されて各最下段の画素列を駆動したときの状態を表すものである。この図で、LCD13における斜線を付した画素は“0”状態（閉状態）を示し、斜線を付していない画素は“1”状態（開状態）を示す。この図に示したように、各スクリーンドット11において、LCD13の開状態の画素を通過した光線が光拡散素子12からそれぞれ定められた方向に出射し、3次元表示スクリーン10の前方空間に多数の点光源像Pを形成する。図10および図11に示したように、本具体例では、各スクリーンドット11からそれぞれ最大で15本の光線が出射される。言い換えると、各点光源像Pは常に15個のスクリーンドット11からの光線によって形成されることとなる。

【0045】

図12は3次元表示スクリーン10の前方空間に平面的な「COMETS」の文字が出現した状態を俯瞰して表すものである。この図に示したように、本具体例では元の画像を平面的な文字画像としたので、空間に浮かんだように表示される画像もまた平面的で奥行きのないものとなる。これに対して、元の画像を立体的な「COMETS」の文字とすれば、図13に示したように、奥行きのある立体的な「COMETS」の文字を3次元表示スクリーン10の前方空間に出現させることができる。

【0046】

なお、3次元表示スクリーン10の各スクリーンドット11からの発散角、すなわち視野角はみな等しくなるように構成するのが通常である。この場合、図14に示したように3次元表示スクリーン10から離れれば離れるほど、より多く

のスクリーンドット11からの出射光が空間ドット（点光源像）の形成に寄与することとなる。例えば同図に示したように、3次元表示スクリーン10の前方空間内のすべての位置において視野角 θ が一定であるとする、3次元表示スクリーン10から遠い距離Aを隔てた位置においては21個という多数のスクリーンドット11によって1つの空間ドットが形成されるのに対し、より3次元表示スクリーン10に近い距離Bの位置においては、11個というより少ない数のスクリーンドット11によって1つの空間ドットが形成される。さらに、より3次元表示スクリーン10に近い距離Cの位置においては、3個という極めて少ない数のスクリーンドット11によって1つの空間ドットが形成されることとなる。したがって、観測者Qにとっては、より遠い空間（3次元表示スクリーン10に近い空間）に出現する立体画像よりも、より手前の空間（3次元表示スクリーン10からより離れた空間）に出現する立体画像の方が、より高い角度分解能をもって観測できることとなる。ここで、角度分解能とは、観測者Qが、点光源像Pに対する視点を左右または上下に振ったときに、どの程度の振り角周期でその点光源像Pが見え隠れするかを示すものである。

【0047】

なお、ここに示した具体例では、図7に示したように、1ビットずつシフトさせながら切り出しを行うようにしたが、2ビットあるいはそれ以上のビット数ずつシフトさせながら切り出しを行うようにしてもよい。この場合において、何ビットずつシフトさせるかは、視野角およびスクリーンドット11のピッチに応じて適宜決定する。

【0048】

以上のように、本実施の形態の3次元画像表示装置によれば、従来のIP法のように写真乾板上に固定的に形成された多数の小さな物体像を用いて空間像を作るのではなく、画像内容の変更が容易なLCD13という電気光学的素子を用いて物体像を形成し、このLCD13上の物体像を空間に投射して空間像を形成するようにしたので、従来は物体の撮影後に必要であった写真乾板の現像や写真乾板の配置等の煩雑な前準備を大幅に省略化または簡略化することができる。本実施の形態の3次元画像表示装置では、予め撮影して得た画像を電氣的に処理して

画像データを作成し、これをLCD13に与えるだけで済むからである。

【0049】

また、本実施の形態の3次元画像表示装置においては、LCD13に与える画像の内容を高速で変更できることから、従来のIP法では困難だった立体動画の表示も実現可能である。

【0050】

さらに、本実施の形態の3次元画像表示装置は、従来のホログラムを用いた装置のようにコヒーレント光を必要とするものではなく、上記した発光ダイオード31等のような非コヒーレントな光源を使用可能であるため、設計上もコスト上も有利である。但し、半導体レーザ等のコヒーレントな光源を使用してもよいことはもちろんである。

【0051】

さらに、本実施の形態の3次元画像表示装置では、光源部30からの光を平行光束にしてからLCD13に入射させると共に、LCD13を通過した光を光拡散素子12において一旦集光してから発散させるようにしている。すなわち、光源部30からの光は発散せずにその殆どすべてがLCD13を通過して光拡散素子12から出射される。ここで、光拡散素子12の集光点12dはピンホールカメラにおけるピンホールとみなすことができるから、結局、LCD13および光拡散素子12における吸収や反射による損失を除いて、ほぼすべての光をピンホールに集中させて利用することができる。したがって、3次元空間画像表示の高輝度化が可能である。

【0052】

なお、本実施の形態の3次元画像表示装置では、光拡散素子12のサイズはLCD13のサイズと同等であることが必要なので、各スクリーンドット11のサイズが比較的大きくなる傾向にある。したがって、本実施の形態の3次元画像表示装置は、上記した高輝度表示の可能性や空間分解能の点を考慮すると、家庭用のテレビジョン受像機というよりは、むしろ、街頭、映画館あるいはスタジアム等に設置される大画面の3次元表示装置に適用するのが好適といえる。

【0053】

次に、本実施の形態の3次元画像表示装置についてのいくつかの変形例をあげて説明する。

【0054】

本実施の形態の図3に示した例では、光拡散素子12の入射面12bを放物面等の非球面として形成するようにしたが、光拡散素子をいわゆるSIL (Solid Immersion Lens) として形成するようにしてもよい。このSILは、例えば図15に示したように、基台部112aの入射面112bを球面として形成すると共に、この入射面112bとLCD13との間に集光レンズ115を配置したものである。この場合には、入射面112bである球面の曲率中心が基台部112aの出射面112c上に位置するように基台部112aを形成すると共に、集光レンズ115から出射した光束が基台部112aの入射面112bで屈折せずに直進するように構成する。すなわち、集光レンズ115の焦点位置と出射面112cとを一致させる。その他の構成は図3の光拡散素子12と同様であり、同一構成要素には同一の符号を付している。

【0055】

また、図16に示したように、図15における球面からなる入射面112bに代えて、この入射面112bと同等の効果をもつフレネルレンズ122bを配置して光拡散素子122を構成し、この光拡散素子122を用いたスクリーンドット121を3次元表示スクリーン120上に配列するようにしてもよい。

【0056】

また、図17に示したように、光拡散素子132の入射面132bを平面にすると共に、この入射面132bに図18に示したような同心円状の干渉縞パターン116を形成し、このような構成の光拡散素子132を用いたスクリーンドット131を3次元表示スクリーン130上に配列するようにしてもよい。なお、図18は図17におけるB-B'断面を表すものである。その他の構成は図3の場合と同様であり、同一構成要素には同一の符号を付している。このような構成の光拡散素子132においては、基台部132aに入射した光は入射面132bの干渉縞パターン116によって回折を受けて出射面132c上に集光し、ここ

から空間中に拡散して出射する。なお、入射面132bの干渉縞パターン116は、例えば次のようにして作成することができる。

【0057】

まず、マスターとなる記録媒体に対して再生用参照光が照射されたときに所望の再生光（ここでは、基台部132aの出射面132c上に集光する光束）を発生させるための3次元干渉パターンを計算すると共に、この3次元干渉パターンを複数の部分干渉パターンに分割し、各部分干渉パターンについて記録時参照光および記録時情報光を計算する。次に、記録媒体を搬送しつつ、記録時参照光および記録時情報光を照射可能な記録ヘッドを移動させて、記録媒体と記録ヘッドとの相対的な位置関係を変えながら、記録ヘッドによって記録時参照光および記録時情報光を記録媒体に照射して部分ホログラムを形成し、最終的なマスター用ホログラム記録媒体を作成する。次に、こうして作成されたマスター用ホログラム記録媒体を基に、以下のようにして、多数のホログラムレプリカを複製することができる。すなわち、上記のマスター用ホログラム記録媒体と未記録記録媒体とを重ね合わせた状態で、これらの双方の記録媒体に対して、マスター用ホログラム記録媒体のホログラムにより再生光が発生するように参照光を照射し、この参照光の照射によって各ホログラムより発生される再生光と参照光との干渉により生ずる干渉パターンを未記録記録媒体に対して記録する。これにより、マスター用ホログラム記録媒体のホログラムを反転した形の干渉パターンのホログラムが記録された記録媒体ができあがる。このようにして作成された記録媒体をいわばスタンパとして用いて、上記の複製工程を行うことにより、元のマスター用ホログラム記録媒体と同一のホログラムレプリカを多数複製することができる。

【0058】

ところで、以上例示した各光拡散素子は、いずれも、入射光を出射面上に一旦集光してから空間中に拡散させて出射するという作用を有するものであり、例えば図3の例では光拡散素子12の出射面12c（すなわち、3次元表示スクリーン10の表面）上に位置する点光源（集光点12d）から光が拡散するように構成しているが、このほか、次に示すように例えば3次元表示スクリーン10の背後に位置する点光源（集光点）から光が拡散するように構成してもよい。

【0059】

図19はそのような光拡散素子の断面構成を簡略化して表したものである。この図に示した光拡散素子142は、LCD13の各画素に対応した位置にそれぞれ空間座標指定セル142aを配列して構成したシート状の空間座標指定素子であり、この光拡散素子142とLCD13とによって1つのスクリーンドット141を構成している。光拡散素子142の各空間座標指定セル142aは、入射する光線を予め個々に定められた方向に回折するという機能を有するもので、いわゆる体積ホログラムによって構成可能である。ここで、光の回折方向は各空間座標指定セル142aごとに異なっており、3次元表示スクリーン140の背後の仮想発光点Pvからすべての光が発せられたかのように見えるように設定されている。

【0060】

ここで、上記のような構成の光拡散素子142について、具体的な数値例をあげる。各LCD13の水平方向の画素数を現実的な値（例えば1024画素）とし、視野角を例えば90度に設定するものとする、光拡散素子142の角度分解能は $90^\circ / 1024 \text{画素} = 0.088^\circ$ となる。一方、体積ホログラムを用いた空間座標指定素子の角度分解能は、通常、その厚みに依存し、例えば100 μm の厚さでは0.25度、500 μm の厚さでは0.05度、1000 μm の厚さでは0.025度、5000 μm の厚さでは0.005度という値が得られている。したがって、光拡散素子142の厚さを約500 μm 程度に設定すれば、その角度分解能を上記のように0.088度以下にすることは十分可能である。

【0061】

このような光拡散素子142を用いてスクリーンドット141を構成した場合には、図3の光拡散素子12を用いた場合と異なって切出データ（図8）の反転処理（上下ビットの入れ換え）を行う必要がなく、前処理が簡単になる。図3の光拡散素子12は一種の凸レンズ的作用を有するため、それを通過した光は倒立実像を形成するのに対し、図19に示した光拡散素子142は一種の凹レンズ的作用を有し、それを通過した光は正立虚像を形成するからである。なお、このよ

うな空間座標指定セル 142a からなる光拡散素子 142 は、図 17 で説明した方法と同様の方法で作成および複製することが可能である。

【0062】

また、上記した図 2 においては、複数のスクリーンドット 11 ごとに、これらに対向するようにして、フレネルレンズからなるコリメータレンズ 20 を配置し、これにより光源部 30 からの発散光を平行光束に変換するようにしたが、本発明はこれに限定されず、その他の構成によって平行光束を得るようにしてもよい。例えば図 20 に示したように、光拡散素子 12 と同様の構成のコリメータレンズ 20' を、その出射面 152b が LCD 13 に向くようにして各光拡散素子 12 ごとに配置する。ここで、コリメータレンズ 20' の基台部 152a、出射面 152b および入射面 152c は、それぞれ、光拡散素子 12 の基台部 12a、入射面 12b および出射面 12c に対応する。コリメータレンズ 20' の光軸と光拡散素子 12 の光軸とを一致させ、この光軸とコリメータレンズ 20' の入射面 152c との交点に発光ダイオード 31 を配置する。なお、本図では図 2 に示した支持部材 14 の図示を省略している。このような構成によれば、発光ダイオード 31 から出射されてコリメータレンズ 20' の基台部 152a 内に発散した光線は出射面 152b によってそれぞれ屈折し、中心光軸と平行な光線となって LCD 13 に垂直入射する。この変形例では、光拡散素子 12 とコリメータレンズ 20' とを同一構成として部品の共通化を図ることができるので、部品点数の削減が可能である。

【0063】

〔第 2 の実施の形態〕

次に、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。

図 21 は本発明の第 2 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の概略構成を表すものである。この 3 次元画像表示装置は、LCD 60 を水平および垂直方向にそれぞれ複数配列して構成した LCD パネル 61 と、複数のピンホール素子 62 を含んで構成されると共に LCD パネル 61 と平行に対向配置された 3 次元表示スクリーン 63 とを備えている。LCD パネル 61 の背後には、図示しない拡散プレートと光源部とが配置されている。なお、この図では、便宜上、LCD パネ

ル61と3次元表示スクリーン63との間隔相当離して描いているが、両者をより接近させて配置するようにしてもよい。ここで、LCDパネル61が本発明における「2次元画像表示素子」に対応する。

【0064】

各LCD60は、水平方向にH個、垂直方向にV個の画素をマトリクス状に配列して構成したものであり、上記第1の実施の形態におけるLCD13（図2、図3）に対応するものである。そして、各LCD60に対して上記第1の実施の形態で説明した部分画像データを与えることにより、それぞれが2次元静止画を形成可能になっている。3次元表示スクリーン63の各ピンホール素子62は、1枚のLCD60につき1つずつ、対応するLCD60の中央部に対向する位置に配置されている。

【0065】

図22は、図21の3次元表示スクリーン63におけるC-C'断面構造を拡大して表すものである。この図に示したように、3次元表示スクリーン63は、ピンホールプレート64と、このピンホールプレート64を挟み込むようにして配置された入射プレート65および出射プレート66とを含んで構成されている。ピンホールプレート64は遮光性のある材料で形成されると共に、ピンホール64aを有している。入射プレート65および出射プレート66は共に可視光線に対して透明な材料で形成され、それぞれ、ピンホールプレート64のピンホール64aに球心をもつ球面からなる入射面65aおよび出射面66aを有している。そして、ピンホール64a、入射面65aおよび出射面66aによって1つのピンホール素子64（図21）を構成している。ここで、ピンホール64aが本発明における「微小開口部」に対応する。

【0066】

なお、本実施の形態の3次元画像表示装置を駆動する回路は、上記第1の実施の形態で説明した表示制御回路40（図4）において、LCD13に代えてLCD60を配したものと同等であり、以下の説明では図4を用いて説明する。

【0067】

次に、このような構成の3次元画像表示装置の動作を説明する。

【0068】

本実施の形態における各LCD60の駆動方法は上記第1の実施の形態の場合と同様である。すなわち、まず、図示しない画像処理装置において、表示対象の3次元画像の各部を互いに異なる視点で2次元的に表した画像データをそれぞれ反転して複数組の部分画像データを作成し、これらを2次元静止画データ48として表示制御装置40のデータ入力部41（図4）に入力する。なお、「部分画像データ」の作成の仕方は上記第1の実施の形態で説明したとおり、被写体の実写により得られるもののほか、コンピュータグラフィクス等によって得られた画像であってもよい。3次元動画像を表示する場合は、連続する場面を表すそれぞれの3次元画像ごとに上記のような複数組の部分画像データを作成して、順次、データ入力部41に入力する。

【0069】

データ入力部41に入力された2次元静止画データ48は、一旦、データバッファ42に蓄えられた後、分配部43により、各部分画像データとして対応するバッファメモリ44に分配出力され、それぞれに一旦蓄えられる。これらの各バッファメモリ44に蓄えられた部分画像データは、主制御部45からの出力タイミング信号に同期して、対応するLCD13に一齐に出力される。

【0070】

一方、図21において、図示しない光源部から発せられた光は、図示しない拡散プレートによって拡散されて均一化され、LCDパネル61の各LCD60に入射する。各LCD60の画素に入射した光はそこで部分画像データの対応画素データに応じた強度変調を受け、各画素から発散するようにして出射する。この場合も、上記第1の実施の形態の場合と同様に、各画素で行われる強度変調は“0”，“1”の2階調の変調であってもよいし、あるいは3階調以上の多階調の変調であってもよい。

【0071】

図21に示したように、各LCD60の各画素から出射した光線のうち、3次元表示スクリーン63における対応するピンホール素子62に向かった光線は、ピンホール素子62の入射面65aで屈折せずに直進してピンホール64aを通

過し、さらに、出射面 66a で屈折せずにそのまま直進し、3次元表示スクリーン 63 から出射する。これにより、3次元表示スクリーン 63 の前方空間には、各ピンホール素子 62 からそれぞれ出射した光線によって多数の点光源像が形成されることとなる。これらの点光源像は、3次元表示スクリーン 10 の水平および上下方向のみならず奥行方向にも分布し、全体として3次元静止画像を構成する。したがって、3次元表示スクリーン 63 の前方に位置する観測者 Q は、空間中に立体的な空間画像を観察することができる。このとき、LCD 60 の互いに対応する画素における変調の強さを各 LCD 60 ごとに变化させるようにすれば、視点の移動に応じた輝度変化をも表現することができ、金属面での光反射状態の表現も可能である。

【0072】

本実施の形態においても、連続する場面を表すそれぞれの3次元画像ごとに上記のような複数組の部分画像データを用意して各 LCD 60 に順次与えるようにすることにより、3次元動画像の表示が可能である。ここで、3次元動画像の表示を行う場合の具体的数値例をあげて説明する。

【0073】

図 21 において、LCD 60 を構成する水平方向および垂直方向の各画素数 H 、 V を、それぞれ例えば 256、144 とすると共に、各画素の駆動速度を例えば $1\mu\text{sec}$ (マイクロ秒) とし、さらに、3ドット同時サンプリングを行って表示するものとする。ここで、3ドット同時サンプリングとは、水平方向の画素を3ドット分同時に駆動することをいう。この場合、LCD 60 によって1枚の部分画像を表示するのに要する時間は、 $256 \times 144 \times 1\mu\text{sec} / 3 = 12.288$ より、約 12.3msec (ミリ秒) となる。すなわち、3次元表示スクリーン 63 によって全体として1枚の2次元静止画を表示させる時間を、通常のテレビジョンのフレーム周期である 30msec 以下にすることは十分に可能である。したがって、観測者 Q にとって違和感のない3次元動画像を表示することが可能である。

【0074】

また、LCD 60 の各画素数 H 、 V を、それぞれ例えば 1024、576 とし

、各画素の駆動速度を例えば $1\mu\text{sec}$ とし、24ドット同時サンプリングを行って表示するものとする、LCD60によって1枚の部分画像を表示するのに要する時間は、 $1024 \times 576 \times 1\mu\text{sec} / 24 = 24.576$ より、約24.6msecとなり、より高精細な3次元動画像表現が実現可能である。

【0075】

ところで、上記第1の実施の形態では、ピンホールとして機能する光拡散素子12とLCD13とを比較的近接させて配置すると共に、平行光によってLCD13を照明するようにしているため、LCD13と光拡散素子12のサイズはほぼ同等とする必要があり、LCD13の画素数をあまり多くすることができない。これに対して、本実施の形態では、LCD60から比較的距離をおいてピンホール素子62を配置すると共に、光源からの発散光によってLCD60を照明し、LCD60の各画素から発散する光線のうち、3次元表示スクリーン63のピンホール素子62に向かう光線を利用して空間画像表現を行うようにしたので、3次元表示スクリーン63のピンホール素子62のサイズに比べてLCD60を相当大きくすることができる。すなわち、上記の具体例にあげたようにLCD60の画素数を多数とすることができる。このため、本実施の形態の3次元画像表示装置によれば、観測者Qによって各視点ごとに観察される画像表現に関する限りにおいてより高精細なものとなる。

【0076】

〔第3の実施の形態〕

次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。

上記第2の実施の形態の3次元画像表示装置によれば、観測者Qによって各視点ごとに観察される画像表現の高精細化が可能であるが、その一方において、3次元表示スクリーン63におけるピンホール素子62の配列ピッチD(図21)を大きくせざるを得ないため、角度分解能が第1の実施の形態の場合よりも悪化し、観測者Qが視点を変えるごとに立体画像が見え隠れするという現象が生ずるおそれがある。本実施の形態は、このような不具合をなくすために、角度分解能を向上させることができるようにしたものである。以下、図24～図28を参照して詳細に説明する。

【0077】

図24は本発明の第3の実施の形態に係る3次元画像表示装置の概略構成を表すものである。この3次元画像表示装置は、多数の画素を水平および垂直方向にマトリクス状に配置して構成したピクチャLCDパネル70と、このピクチャLCDパネル70と平行に対向配置されたピンホールLCDパネル71とを備えて構成されている。ピクチャLCDパネル70の背後には、図示しない拡散プレートと光源部とが配置されている。なお、この図においても、便宜上、ピクチャLCDパネル70とピンホールLCDパネル71との間隔相当離して描いているが、両者をより接近させて配置するようにしてもよい。ここで、ピクチャLCDパネル70が本発明における「2次元画像表示パネル」に対応し、ピンホールLCDパネル71が本発明における「光開閉セルアレイ」に対応する。

【0078】

ピクチャLCDパネル70は、水平Xおよび垂直Yの方向にそれぞれH1、V1個の画素を含む部分画像表示領域SPが、一定の時間間隔ごとに1画素ずつ水平Xおよび垂直Yの方向に走査移動しながらアクティブになるように制御される構成になっている。したがって、ピクチャLCDパネル70の水平および垂直方向の画素数をそれぞれN、M個とすると、水平方向に走査移動する部分画像表示領域SPの数（言い換えると、水平方向において部分画像表示領域SPが停止する位置の個数）は $N - H1 + 1$ 個となり、垂直方向に走査移動する部分画像表示領域SPの数（言い換えると、垂直方向において部分画像表示領域SPが停止する位置の個数）は $M - V1 + 1$ 個となる。ここにいうアクティブとは、その領域の各画素にデータが供給されて実際に画像形成が行われる状態をいう。なお、部分画像表示領域SPは、上記第1の実施の形態におけるLCD13（図2、図3）および第2の実施の形態におけるLCD60に相当するものである。そして、時々刻々移動する部分画像表示領域SPに対して、それぞれ、上記第1の実施の形態で説明した各部分画像データを与えることにより、各時点における部分画像表示領域SPにそれぞれ異なる視点での部分静止画が形成されるようになっている。

【0079】

一方、ピンホールLCDパネル71の各ピンホール画素PXは、ピクチャLCDパネル70において順次アクティブとなる部分画像表示領域SPの各中央部に対向する位置に配置されている。したがって、ピンホールLCDパネル71の水平方向および垂直方向の画素数は、上記した部分画像表示領域SPの水平および垂直方向の数 $N-H1+1$ 、 $M-V1+1$ に等しい。このピンホールLCDパネル71の各ピンホール画素PXは、ピクチャLCDパネル70の部分画像表示領域SPの走査移動に同期して順次開状態となるように制御される。したがって、ピンホールLCDパネル71のピンホール画素PXのうちで開状態となるのは、ピクチャLCDパネル70におけるアクティブとなっている部分画像表示領域SPに対応した画素のみである。結局、ピンホールLCDパネル71においては、開状態のピンホール画素PXが、ピクチャLCDパネル70における部分画像表示領域SPの走査移動速度と同じ速さで走査移動するのである。

【0080】

図25は、図24に示したピンホールLCDパネル71の水平方向の断面構造を拡大して表すものである。この図に示したように、ピンホールLCDパネル71は、上記第2の実施の形態のピンホールプレート64（図22）と同様に機能するピンホールLCD72と、このピンホールLCD72を挟み込むようにして配置された入射プレート73および出射プレート74とを含んで構成されている。ピンホールLCD72の各ピンホール画素PXは、ピクチャLCDパネル70の画素ピッチと同じピッチで配列されており、指定された画素のみが開状態となって入射光をそのまま通過させるようになっている。入射プレート73および出射プレート74は共に可視光線に対して透明な材料で形成され、それぞれ、ピンホールLCD72の各画素の中心に球心をもつ球面からなる入射面73aおよび出射面74aを有している。そして、ピンホールLCD72における開状態のピンホール画素PXと入射面73aと出射面74aとによって、上記第2の実施の形態におけるピンホール素子62（図21）に相当する1つのピンホール素子を構成している。ここで、ピンホールLCD72の各ピンホール画素PXが本発明における「光開閉セル」に対応する。

【0081】

図26は、本実施の形態の3次元画像表示装置の表示制御を行う表示制御回路180の概略構成を表すものである。この表示制御回路180は、複数の部分画像データからなる2次元静止画データ48が入力されると共に、この入力された2次元静止画データ48から同期信号184を抽出するデータ入力部181と、入力された2次元静止画データ48を一旦蓄えると共に、蓄えた2次元静止画データ48から各部分画像データを取り出してデータ入力部181からの同期信号184に同期したタイミングで出力するデータバッファ82と、データ入力部181からの同期信号184に同期して、ピクチャLCDパネル70およびピンホールLCD72に対して走査アドレス信号186を出力する走査アドレス指示部183と、以上の各部を制御する主制御部185とを備えている。ここで、部分画像データとは、上記各実施の形態の場合と同様に、表示対象の3次元静止画像の各部を互いに異なる視点から2次元的に表したデータをそれぞれ反転して作成したデータである。また、同期信号184は、2次元静止画データ48を構成する各部分画像データの開始タイミングを表す信号であり、走査アドレス信号186は、ピクチャLCDパネル70におけるアクティブにすべき部分画像表示領域SPの位置とピンホールLCDパネル71における開状態にすべき画素の位置とを指示するための信号である。ここで、表示制御回路180が本発明における「表示制御手段」に対応し、主として走査アドレス指示部183が本発明における「光開閉セル制御手段」に対応する。

【0082】

次に、図24～図26のほか図27および図28を参照して、以上のような構成の3次元画像表示装置の動作を説明する。ここで、図27はピクチャLCDパネル70およびピンホールLCDパネル71を上方から見た状態を表し、図28は両者を側面から見た状態を表す。但し、これらの図では光源部および拡散プレートを図示を省略している。

【0083】

まず、上記各実施の形態の場合と同様に、図示しない画像処理装置において、表示対象の3次元画像の各部を互いに異なる視点で2次元的に表した画像データ

をそれぞれ反転して複数組の部分画像データを作成し、これらを2次元静止画データ48として表示制御装置180のデータ入力部181（図26）に入力する。なお、「部分画像データ」の作成の仕方は上記各実施の形態で説明したとおりである。また、3次元動画像を表示する場合は、連続する場面を表すそれぞれの3次元画像ごとに上記のような複数組の部分画像データを作成して、順次、データ入力部81に入力する。

【0084】

データ入力部181に入力された2次元静止画データ48は、一旦、データバッファ182に蓄えられる。データ入力部181は、2次元静止画データ48から各部分画像データごとに同期信号184を抽出して、走査アドレス指示部183およびデータバッファ182に出力する。これを受けた走査アドレス指示部183は、ピンホールLCDパネル70およびピクチャLCDパネル71に対して、走査アドレス信号186を出力し、ピクチャLCDパネル70におけるアクティブにすべき部分画像表示領域SPの位置とピンホールLCDパネル71における開状態にすべきピンホール画素PXの位置とを指示する。データバッファ182は、蓄えた2次元静止画データ48から1組の部分画像データを取り出し、これをデータ入力部181からの同期信号184に同期したタイミングでピクチャLCDパネル70に供給する。データバッファ182から供給された部分画像データは、ピクチャLCDパネル70における指示された部分画像表示領域SPに供給され、各画素を駆動する。

【0085】

一方、図24において、図示しない光源部から発せられた光は、図示しない拡散プレートによって拡散されて均一化され、ピクチャLCDパネル70の各画素に入射する。各画素に入射した光は、そこで部分画像データにおける対応画素データに応じた強度変調を受け、各画素から発散するようにして出射する。この場合も上記各実施の形態の場合と同様に、各画素で行われる強度変調は“0”，“1”の2階調の変調であってもよいし、あるいは3階調以上の多階調の変調であってもよい。

【0086】

図24に示したように、部分画像表示領域SPの各画素から発散して出射した光線のうち、ピンホールLCDパネル71における開状態のピンホール画素PXに向かった光線は、図25に示したように、入射プレート73の入射面73aで屈折せずに直進してピンホールLCD72の開状態のピンホール画素PXを通過し、さらに、出射プレート74の出射面74aでも屈折せずにそのまま直進し、ピンホールLCDパネル71から出射する。

【0087】

このような動作を同期信号84に同期して、各部分画像データごとに行う。すなわち、図27に示したように、ピクチャLCDパネル70におけるアクティブな部分画像表示領域SPを水平方向にSP1～SPnへと1ビットずつ移動させるのに対応して、ピンホールLCDパネル71におけるピンホールLCD72の開状態ピンホール画素PXを水平方向にPX1～PXn ($n = N - H1 + 1$) へと1ビットずつ移動させると同時に、データバッファ82から1組の部分画像データを出力して、ピクチャLCDパネル70のアクティブな（すなわち、選択された）部分画像表示領域SPに供給する。水平方向の走査移動が終了すると、今度は、図28に示したように、ピクチャLCDパネル70の部分画像表示領域SPおよびピンホールLCD72のピンホール画素PXは共に、垂直方向に1ビット分移動し、さらに、その垂直方向位置において水平方向に上記と同様の走査移動を行う。そして、ピクチャLCDパネル70の部分画像表示領域SPが垂直方向にSP1～SPmへと走査移動させるのに対応して、ピンホールLCD72の開状態のピンホール画素PXを垂直方向にPX1～PXm ($m = M - V1 + 1$) へと走査移動させる。これにより、ピンホールLCD72の各画素から、それぞれわずかな時間差をもって光線が出射されることとなる。

【0088】

ここで、ピクチャLCDパネル70およびピンホールLCD72の全面の走査を例えば30分の1秒程度の時間で行うようにすると、ピンホールLCDパネル71の前方にいる観測者Qは、眼の残像現象により、ピンホールLCD72の各画素から出射した光線によってピンホールLCDパネル71の前方空間に多数の

点光源像が形成されたかのように感じる事となる。これらの点光源像は、水平および上下方向のみならず奥行方向にも分布し、全体として3次元静止画像を構成する。したがって、観測者Qは、空間中に立体的な空間画像を観察することができる。このとき、各部分画像表示領域SPにおける互いに対応する画素における変調の強さを各部分画像表示領域SPごとに変化させるようにすれば、視点の移動に応じた輝度変化をも表現することができ、金属面での光反射状態の表現も可能である。また、本実施の形態においても、連続する場面を表すそれぞれの3次元画像ごとに上記のような複数組の部分画像データを用意して各部分画像表示領域SPに与えるようにすることにより、3次元動画像の表示が可能である。ここで、3次元動画像の表示を行う場合の具体的数値例をあげて説明する。

【0089】

図29に示したように、図24のピクチャLCDパネル70における部分画像表示領域SPを例えば 15×9 画素で構成し、ピンホールLCDパネル71におけるピンホールLCD72を例えば 16×9 画素で構成するものとする。ピクチャLCDパネル70の画素駆動速度を例えば $1 \mu \text{sec}$ とすると、部分画像表示領域SPに1枚の部分画像を表示するのに要する時間は、 $15 \times 9 \times 1 \mu \text{sec} = 135$ より、 0.135msec となる。したがって、ピンホールLCD72の全面を走査するのに要する時間（すなわち、1枚の3次元静止画の表示に要する時間）は、 $16 \times 9 \times 0.135 \text{msec} = 19.44$ より、約 20msec となり、通常のテレビジョンのフレーム周期である 30msec 以下にすることは十分に可能である。したがって、観測者Qにとって違和感のない3次元動画像を表示することが可能である。

【0090】

また、ピンホールLCDパネル71におけるピンホールLCD72を例えば 16×9 画素で構成すると共に、ピクチャLCDパネル70における部分画像表示領域SPを 64×36 画素で構成し、ピクチャLCDパネル70の画素駆動速度を例えば $1 \mu \text{sec}$ として18ドット同時サンプリングを行うものとする、部分画像表示領域SPに1枚の部分画像を表示するのに要する時間は、 $64 \times 36 \times 1 \mu \text{sec} / 18 = 128$ より、 0.128msec となる。したがって、ピ

ンホールLCD72の全面を走査するのに要する時間（すなわち、1枚の3次元静止画の表示に要する時間）は、 $16 \times 9 \times 0.128 \text{ msec} = 18.432$ より、約18 msecとなり、より高精細な3次元動画像表現が実現可能である。

【0091】

本実施の形態の冒頭で述べたように、上記第2の実施の形態では、固定的に設けられた各LCD60（図21）によって各部分画像の表示を行うと共に、各LCD60に対応してピンホール素子62を固定的に配置するようにしたので、ピンホール素子62の配置間隔Dが比較的大きくなり、観測者Qが空間立体画像を観察したときの角度分解能が悪化するおそれがある。これに対して、本実施の形態の3次元画像表示装置では、ピンホールとして機能するピンホールLCD72のピンホール画素PXが互いに近接しているので、角度分解能が向上する。また、本実施の形態では、（開状態のピンホール画素PX）を順次移動させながらその背後の2次元画像表示板（ピクチャLCDパネル70）上に2次元画像（部分画像）を順次オーバーラップさせて表示するという構成にしているので、表示の高精細化を図ったとしても、装置全体として使用するLCDの総画素数が少なくて済む。

【0092】

〔第4の実施の形態〕

次に、本発明の第4の実施の形態について説明する。

上記第3の実施の形態では、具体例でも説明したように、ピクチャLCDパネル70の画素駆動速度を高速化すると共に多ドット同時サンプリングを行うようにしたとしても、1枚の3次元静止画の表示に要する時間を動画表示に対応し得る30 msec以下とすることを考慮すると、ピクチャLCDパネル70およびピンホールLCDパネル71の構成画素数をあまり多くすることはできない。そこで、本実施の形態では、この点を改善するために、上記第3の実施の形態で説明した構成の3次元画像表示装置をさらに複数組配列して、並列駆動を行うようにする。

【0093】

図30は本発明の第4の実施の形態に係る3次元画像表示装置の概略構成を表すものである。この図に示したように、本実施の形態の3次元画像表示装置は、上記第3の実施の形態（図24）に示したものと同一構成の（ $n \times m$ 画素構成の）ピンホールLCDパネル71（斜線を付した部分）を水平および垂直方向にそれぞれ k 枚ずつ配列して構成したピンホールLCD集合パネル81と、上記図24に示したピクチャLCDパネル70よりも多くの画素を配列して構成したピクチャLCD大パネル80とを備えている。ここで、ピクチャLCD大パネル80の一部とピンホールLCDパネル71との組み合わせが本発明における「表示ユニット」に対応する。

【0094】

ピンホールLCD集合パネル81の全画素数は、例えば水平方向に $n \times k$ 、垂直方向に $m \times k$ とし、ピクチャLCD大パネル80の全画素数は、例えば水平方向に $n \times k + 2\alpha$ 、垂直方向に $m \times k + 2\beta$ とする。

【0095】

ピクチャLCD大パネル80は、水平および垂直の方向にそれぞれ $H1$ 、 $V1$ 個の画素を含む複数の部分画像表示領域 SP が、互いにオーバーラップすることなく、並行して、ピンホールLCD集合パネル81における開状態となるピンホール画素 PX の移動に伴って1画素ずつ水平または垂直の方向に走査移動するように制御されるようになっている。したがって、ピンホールLCD集合パネル81における1枚のピンホールLCDパネル71に着目すれば、水平方向に走査移動する部分画像表示領域 SP の数（すなわち、部分画像表示領域 SP が停止する位置の個数）は n 個、垂直方向に走査移動する部分画像表示領域 SP の数は m 個となる。そして、時々刻々移動する複数の部分画像表示領域 SP のそれぞれに対して、上記各実施の形態で説明した部分画像データを与えることにより、各時点における部分画像表示領域 SP にそれぞれ異なる視点での部分静止画が形成されるようになっている。

【0096】

一方、ピンホールLCD集合パネル81におけるピンホールLCDパネル71

の各ピンホール画素PXは、ピクチャLCD大パネル80において順次移動する部分画像表示領域SPの各中央部に対向する位置に配置されている。そして、各ピンホールLCDパネル71の各ピンホール画素PXは、ピクチャLCD大パネル80の部分画像表示領域SPの走査移動に同期して順次開状態となるように制御される。したがって、ピンホールLCD集合パネル81におけるピンホール画素PXのうちで開状態となるのは、各ピンホールLCDパネル71ごとに、ピクチャLCD大パネル80におけるアクティブとなっている部分画像表示領域SPに対応した画素のみである。結局、ピンホールLCD集合パネル81においては、複数の開状態のピンホール画素PXが、互いに一定の画素ピッチを保ちながら、ピクチャLCD大パネル80における複数の部分画像表示領域SPの走査移動速度と同じ速さで走査移動するのである。

【0097】

ピクチャLCD大パネル80の各部分画像表示領域SPからの出射光は、ピンホールLCD集合パネル81における対応するピンホールLCDパネル71の開状態ピンホール画素PXに向かい、そこをそのまま直進して通過するようになっている。ここで、ピクチャLCD大パネル80の出射面側には、各画素ごとに凸形状のマイクロレンズ（図示せず）が形成されており、各画素からの出射光が必要以上に拡散するのを防ぐようになっている。これは、部分画像表示領域SPからの出射光の拡散角があまりに大きいと、この出射光が、ピンホールLCD集合パネル81における対応するピンホールLCDパネル71の開状態ピンホール画素PXのみならず、隣接するピンホールLCDパネル71の開状態ピンホール画素PXにも入射してしまうからである。

【0098】

その他の部分（例えば、ピクチャLCD大パネル80の背後に配置する拡散プレートや光源部、およびピンホールLCD集合パネル81の断面等）の構成は上記第3の実施の形態の場合と同様である。なお、この3次元画像表示装置における表示制御回路については、図示を省略するが、その基本的構成は上記第3の実施の形態で示した表示制御回路180を複数並べた回路として構成することができる。ここで、表示制御回路180を複数並べた回路が本発明における「並列表

示制御手段」に対応し、表示制御回路 180 における走査アドレス指示部 83 を複数並べたものが本発明における「光開閉セル並列制御手段」に対応する。

【0099】

次に、図 30～図 32 を参照して、このような構成の 3 次元画像表示装置の動作を説明する。ここで、図 31 はピクチャ LCD 大パネル 80 およびピンホール LCD 集合パネル 81 を上方から見た状態を表し、図 32 は両者を側面から見た状態を表す。但し、これらの図では光源部および拡散プレートの図示を省略している。

【0100】

本実施の形態の 3 次元画像表示装置では、図 31 (a)～(c) に示したように、ピンホール LCD 集合パネル 81 の各ピンホール LCD パネル 71 における開状態のピンホール画素 PX が 1 ビットずつ水平方向に移動するのに同期して、ピクチャ LCD 大パネル 80 における部分画像表示領域 SP が 1 ビットずつ同方向に移動する。このとき、ピクチャ LCD 大パネル 80 の各部分画像表示領域 SP には、それが移動するごとに新たな部分画像データが供給される。そして、各部分画像表示領域 SP からの出射光は、ピンホール LCD 集合パネル 81 における対応するピンホール LCD パネル 71 の開状態ピンホール画素 PX に向かい、そこをそのまま直進して通過する。ここで、図 31 (a) は各ピンホール LCD パネル 71 における水平方向の左端のピンホール画素 PX が開状態となったときの様子を示し、図 31 (b) は各ピンホール LCD パネル 71 における水平方向の左端から 2 番目のピンホール画素 PX が開状態となったときの様子を示し、図 31 (c) は各ピンホール LCD パネル 71 における水平方向の右端のピンホール画素 PX が開状態となったときの様子を示す。

【0101】

各ピンホール LCD パネル 71 において、開状態のピンホール画素 PX の 1 ライン分の水平走査移動が終了すると、今度は、図 32 (a)～(c) に示したように、ピクチャ LCD 大パネル 80 の部分画像表示領域 SP および各ピンホール LCD パネル 71 の開状態のピンホール画素 PX は共に、垂直方向に 1 ビット分移動し、さらに、その垂直方向位置において水平方向に上記と同様の走査移動を

行う。ここで、図32(a)は各ピンホールLCDパネル71における垂直方向の上端のピンホール画素PXが開状態となったときの様子を示し、図32(b)は各ピンホールLCDパネル71における垂直方向の上端から2番目のピンホール画素PXが開状態となったときの様子を示し、図32(c)は各ピンホールLCDパネル71における垂直方向の下端のピンホール画素PXが開状態となったときの様子を示す。このように、ピクチャLCD大パネル80の部分画像表示領域SPが垂直方向に順次走査移動するのに同期して、ピンホールLCDパネル71の開状態のピンホール画素PXが垂直方向に走査移動する。

【0102】

このようにして、ピンホールLCD集合パネル81において、各ピンホールLCDパネル71の開状態のピンホール画素PXからそれぞれ同時に（並列に）光線が出射されることとなる。したがって、上記第3の実施の形態で説明したように、ピンホールLCDパネル71の全面の画素の走査を30分の1秒程度の時間で行うようにすると、ピンホールLCD集合パネル81の前方にいる観測者Qは、眼の残像現象により、ピンホールLCD集合パネル81の各画素から出射した光線によってその前方空間に多数の点光源像が形成されたかのように感じることとなる。すなわち、観測者Qは空間中に立体的な空間画像を観察することができる。

【0103】

このとき、部分画像表示領域SPの画素における変調の強さを変化させるようにすれば、金属面での光反射状態の表現等も可能であり、また、連続する場面を表すそれぞれの3次元画像ごとに上記のような複数組の部分画像データを用意して各部分画像表示領域SPに与えるようにすれば3次元動画像の表示が可能である。ここで、3次元動画像の表示を行う場合の具体的数値例をあげて説明する。

【0104】

ここでは、上記第3の実施の形態の具体例（図29）と同様に、ピクチャLCD大パネル80における部分画像表示領域SPを例えば 15×9 画素で構成し、ピンホールLCD集合パネル81におけるピンホールLCDパネル71を例えば 16×9 画素で構成し、また、図30における k を64、 α を7、 β を4とする

。この場合、図 3 3 および図 3 4 に示したように、ピクチャ LCD 大パネル 8 0 のサイズは、 1038×584 画素となり、ピンホール LCD 集合パネル 8 1 のサイズは 1024×576 画素となる。なお、図 3 3 はピクチャ LCD 大パネル 8 0 およびピンホール LCD 集合パネル 8 1 を上方から見た状態を表し、図 3 4 は両者を側面から見た状態を表す。但し、これらの図では光源部および拡散プレート の図示を省略している。

【0105】

ここで、ピクチャ LCD 大パネル 8 0 の画素駆動速度を例えば $1 \mu \text{sec}$ とすると、部分画像表示領域 SP に 1 枚の部分画像を表示するのに要する時間は、上記第 3 の実施の形態の一具体例の場合と同様に 0.135 msec となり、これにより、1 枚の 3 次元静止画の表示に要する時間は約 20 msec となる。したがって、通常のテレビジョンのフレーム周期である 30 msec 以下にすることは十分に可能であり、観測者 Q にとって違和感のない 3 次元動画像を表示することが可能である。

【0106】

このように、本実施の形態の 3 次元画像表示装置によれば、具体例として示した図 3 3 および図 3 4 から明らかなように、ピンホール LCD 集合パネル 8 1 を構成する多数の（ここでは、 1024×576 個の）画素のそれぞれを通して、その背後のピクチャ LCD 大パネル 8 0 における対応する部分画像表示領域 SP に形成された部分画像が前方空間に投射され、全体として 1 つのまとまりのある 3 次元画像が高速で表示されることとなる。したがって、動画であっても、高精細な 3 次元画像の表示が可能となる。しかも、上記第 3 の実施の形態の場合と同様に、ピンホールとして機能するピンホール LCD 集合パネル 8 1 のピンホール画素 PX が互いに近接しているので、角度分解能も十分である。すなわち、本実施の形態の 3 次元画像表示装置は、表示画像の解像度、角度分解能、動画としての自然さ等、いずれの点においても鑑賞に耐えうる品質の 3 次元動画を提供することができる。

【0107】

また、本実施の形態の 3 次元画像表示装置では、上記第 3 の実施の形態の場合

と同様に、（開状態のピンホール画素PX）を順次移動させながらその背後の2次元画像表示板（ピクチャLCD大パネル80）上に2次元画像（部分画像）を順次オーバーラップさせて表示するという構成にしているので、表示の高精細化を図る場合においても、装置全体として使用するLCDの総画素数が少なく済む。このため、上記第1の実施の形態または第2の実施の形態の3次元画像表示装置と比べて、非常にコンパクトに構成することが可能であり、例えば家庭用の立体テレビジョン等にも十分適用可能である。

【0108】

以上、いくつかの実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれらの実施の形態に限定されず、種々変更可能である。例えば、上記の各実施の形態では、2次元画像表示素子として補助光としてのバックライトを必要とする素子である液晶表示素子を用いることとしたが、本発明はこれに限定されず、自ら光を発することで画像を表示可能な表示素子、例えばPD（プラズマディスプレイ）素子やEL（エレクトロ・ルミネセンス）素子、さらには、FED(Field Emission Display)素子等を用いるようにしてもよい。なお、このFEDとは、多数の微細な電子源を陰極としてアレイ上に配列すると共に、各陰極に高電圧を印加することにより各陰極から電子を引き出し、これらの電子を陽極に塗布した蛍光体に衝突させて発光させるようにしたものである。

【0109】

【発明の効果】

以上説明したように請求項1ないし請求項10のいずれかに記載の3次元画像表示装置によれば、それぞれが有する画素の選択的な駆動によって2次元画像を表示可能な2次元画像表示素子を複数設けると共に、これらの各2次元画像表示素子に対向して、対応する2次元画像表示素子からの出射光を空間中に拡散させて出射可能な光拡散素子または、対応する2次元画像表示素子から出射されて入射する光をそのまま通過させる微小開口部を設け、各光拡散素子または微小開口部から出射した光が表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成することとなるように各2次元画像表示素子の表示動作を制御するようにしたので、専用の眼鏡やコヒーレント光を必要とせずに、真の意味での立体表示が

可能になるという効果がある。また、画素の選択的な駆動によって2次元画像を表示可能な2次元画像表示素子を用いるようにしたので、表示対象の画像を簡単に変更することができる。したがって、その変更のタイミングを高速化すれば、動画の立体表示も実現することができるという効果がある。

【0110】

また、請求項11または請求項12に記載の3次元画像表示装置によれば、画素の選択的な駆動によって2次元画像を表示可能な2次元画像表示パネルを設けると共に、この2次元画像表示パネルに対向して、2次元画像表示パネルの各画素からの出射光をそのまま通過させまたは遮断することが可能な複数の光開閉セルを配列してなる光開閉セルアレイを設け、各光開閉セルが順次開状態となるように光開閉セルアレイを走査制御すると共に、この走査に同期して2次元画像表示パネルにおける画像表示範囲を順次移動させるように制御し、順次移動していく画像表示範囲の各画素から出射して光開閉セルアレイの開状態の光開閉セルを通過した光により、表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成するようにしたので、ピンホールとして機能する光開閉セルを互いに近接して配置することが可能となる。このため、表示される3次元画像の角度分解能が向上し、画品位がよくなるという効果がある。

【0111】

また、請求項13または請求項14に記載の3次元画像表示装置によれば、2次元画像表示パネルと光開閉セルアレイとを有する表示ユニットを複数配列し、これらの複数の表示ユニットの各光開閉セルアレイを並列に走査して互いに対応する位置にある各光開閉セルが一斉に開状態となるように制御すると共に、複数の光開閉セルアレイの並列走査に同期して複数の表示ユニットの各2次元画像表示パネルにおける画像表示範囲が並列に（一斉に）移動するように制御し、これにより、各画像表示範囲の各画素からの出射光が対応する光開閉セルアレイにおける開状態の光開閉セルを通過して表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成することとなるようにしたので、表示画像の解像度、角度分解能、および動画としての自然さ等、いずれの点においても鑑賞に耐えうる品質の3次元動画を提供することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の構成を表す正面図である。

【図 2】

この 3 次元画像表示装置の要部を表す断面図である。

【図 3】

この 3 次元画像表示装置の要部を表す拡大断面図である。

【図 4】

この 3 次元画像表示装置の表示動作を制御する表示制御回路の概略構成を表すブロック図である。

【図 5】

この 3 次元画像表示装置によって立体画像が表示される様子を説明するための説明図である。

【図 6】

この 3 次元画像表示装置の表示対象画像の一例、およびこの表示対象画像を 2 値化して得られる画像データを表す図である。

【図 7】

画像データから部分画像データを切り出す手順を説明するための説明図である。

【図 8】

図 7 に示した手順によって切り出された部分画像データ（切出データ）を表す図である。

【図 9】

図 8 に示した切出データを反転して得られる反転データを表す図である。

【図 10】

この 3 次元画像表示装置の要部の作用を説明するための断面図である。

【図 11】

この 3 次元画像表示装置によって空間に点光源像が形成される様子を説明する

ための説明図である。

【図 12】

この 3 次元画像表示装置によって空間に平面的な画像が表示された状態を示す図である。

【図 13】

この 3 次元画像表示装置によって空間に立体的な画像が表示された状態を示す図である。

【図 14】

視野角を等しくした場合の、3 次元表示スクリーンから点光源像までの距離と角度分解能との関係を示す図である。

【図 15】

光拡散素子の変形例を表す断面図である。

【図 16】

光拡散素子の他の変形例を表す断面図である。

【図 17】

光拡散素子のさらに他の変形例を表す断面図である。

【図 18】

図 17 に示した光拡散素子の入射面を表す図である。

【図 19】

光拡散素子のさらに他の変形例を表す断面図である。

【図 20】

コリメータレンズの変形例を表す断面図である。

【図 21】

本発明の第 2 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の構成を表す斜視図である。

【図 22】

この 3 次元画像表示装置の要部構成を表す断面図である。

【図 23】

この 3 次元画像表示装置の要部構成を表す拡大断面図である。

【図 24】

本発明の第 3 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の構成を表す斜視図である。

【図 25】

この 3 次元画像表示装置の要部構成を表す断面図である。

【図 26】

この 3 次元画像表示装置の表示動作を制御する表示制御回路の概略構成を表すブロック図である。

【図 27】

この 3 次元画像表示装置の動作を説明するための説明図である。

【図 28】

この 3 次元画像表示装置の動作を説明するための説明図である。

【図 29】

この 3 次元画像表示装置の具体例を説明するための説明図である。

【図 30】

本発明の第 4 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の構成を表す斜視図である。

【図 31】

この 3 次元画像表示装置の動作を説明するための説明図である。

【図 32】

この 3 次元画像表示装置の動作を説明するための説明図である。

【図 33】

この 3 次元画像表示装置の具体例を説明するための説明図である。

【図 34】

この 3 次元画像表示装置の具体例を説明するための説明図である。

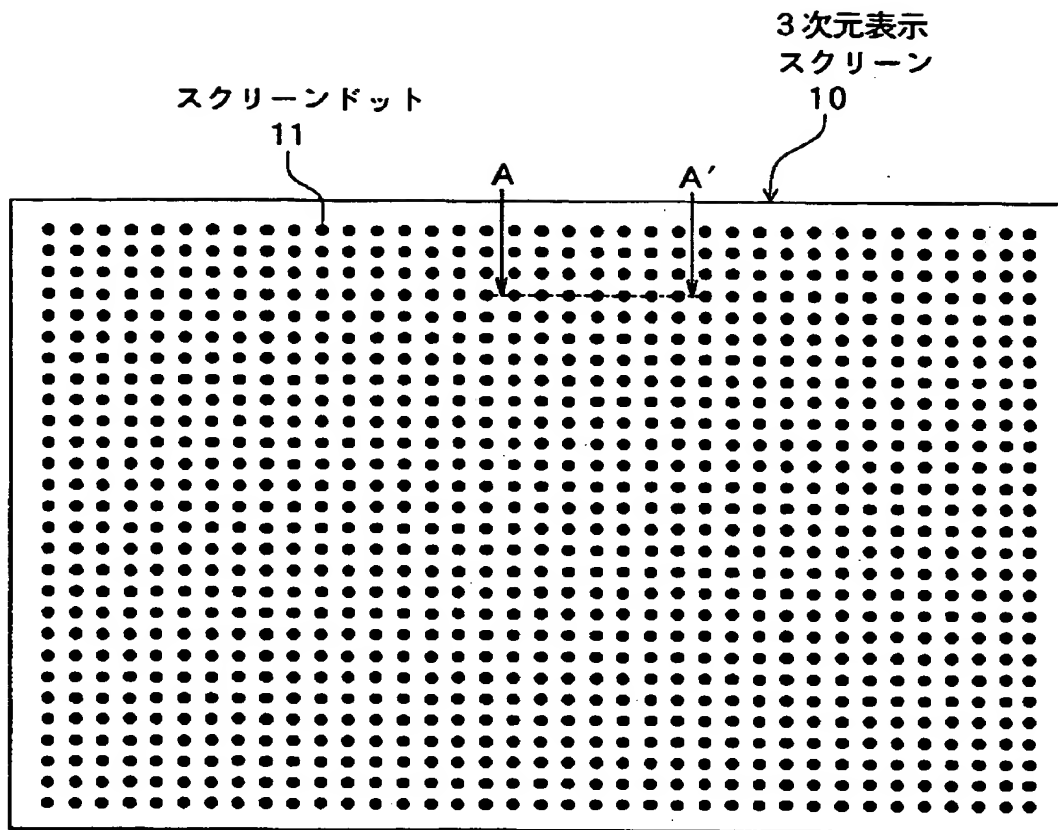
【符号の説明】

10, 63…3次元表示スクリーン、11, 111, 121, 131, 141
…スクリーンドット、12, 112, 122, 132, 142…光拡散素子、1
2b, 112b, 122b, 132b…入射面、12c, 112c, 122c,

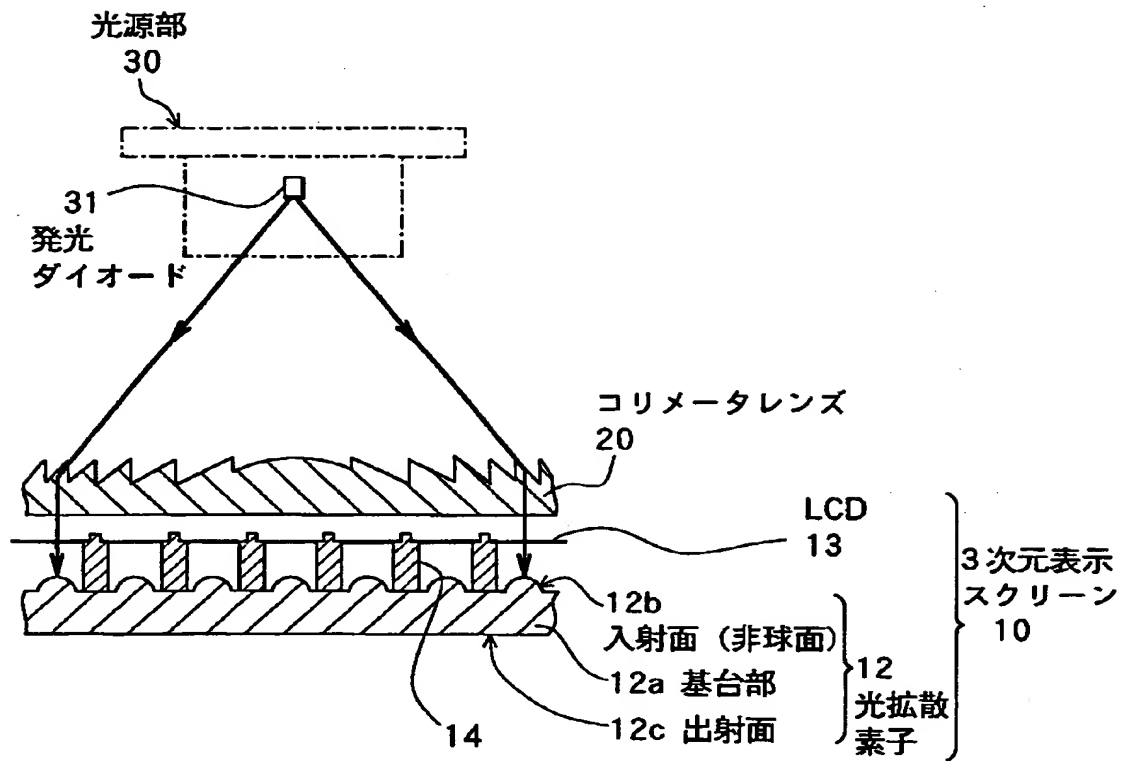
132c…出射面、12d…集光点、13, 60…LCD、20, 20'…コリメータレンズ、30…光源部、31…発光ダイオード、40, 80, 180…表示制御回路、48…2次元静止画データ、61…LCDパネル、62…ピンホール素子、64a…ピンホール、70…ピクチャLCDパネル、71…ピンホールLCDパネル、72…ピンホールLCD、80…ピクチャLCD大パネル、81…ピンホールLCD集合パネル、183…走査アドレス指示部、SP…部分画像表示領域、PX…ピンホール画素

【書類名】 図面

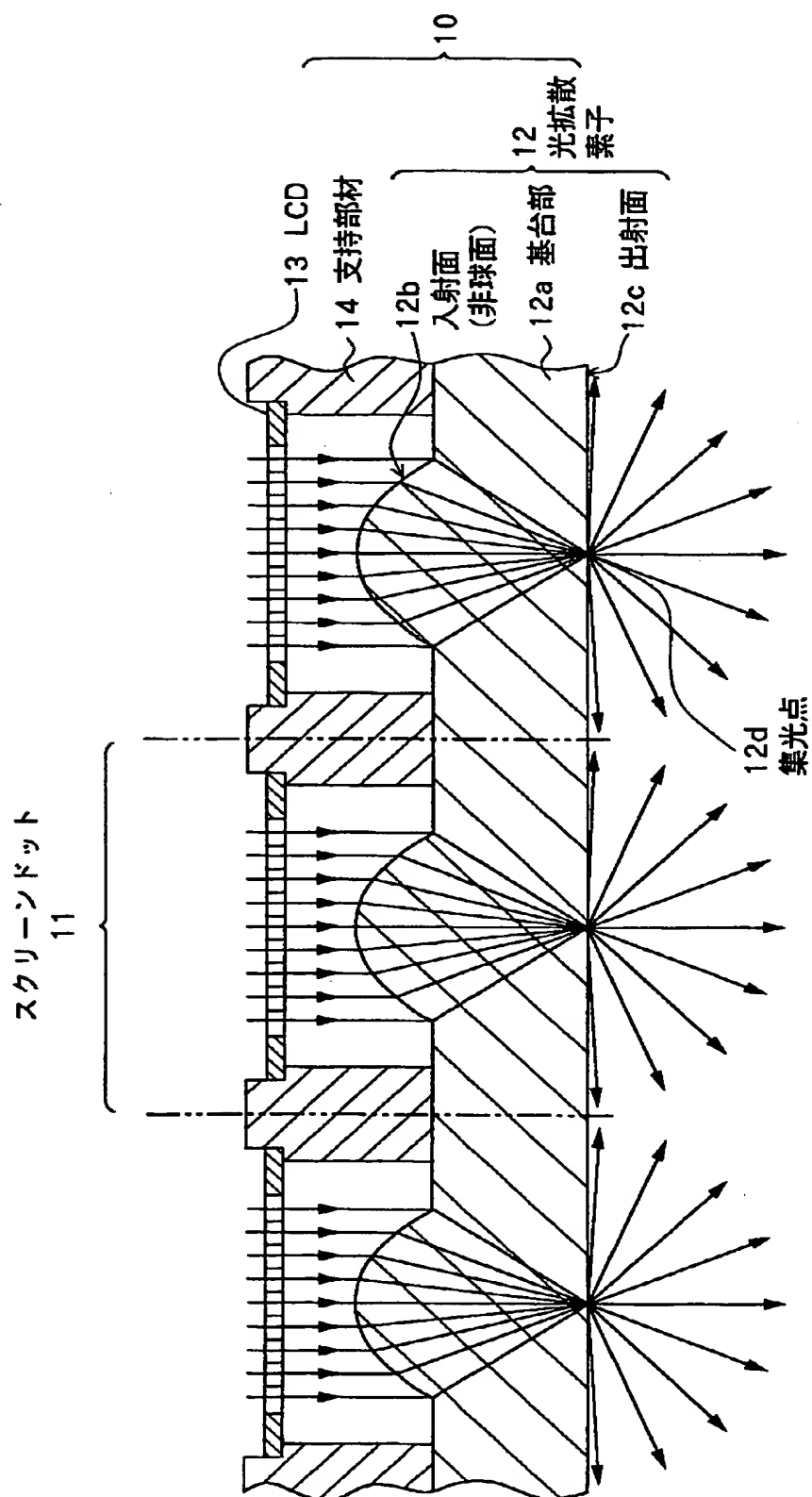
【図 1】



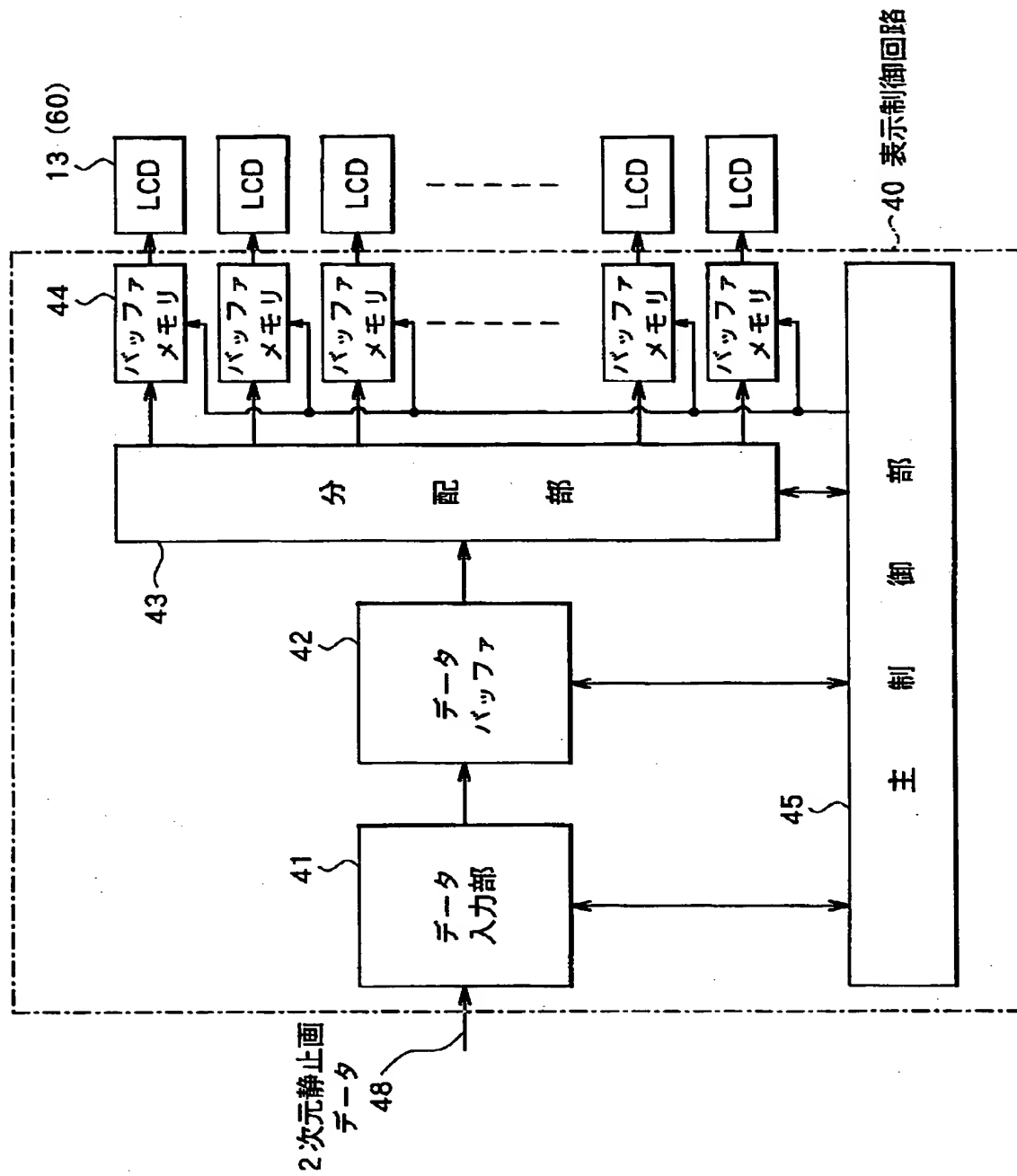
【図 2】



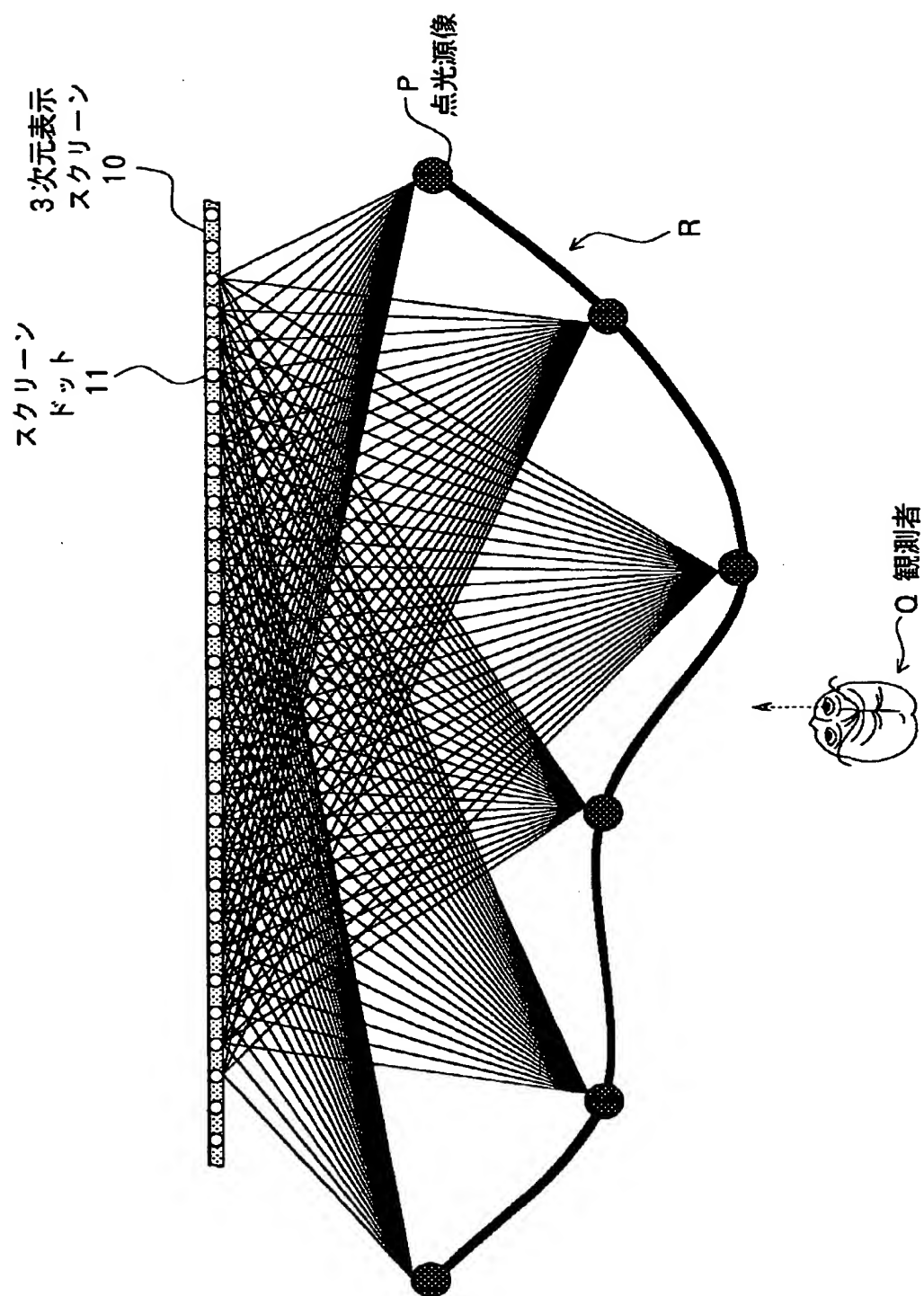
【図 3】



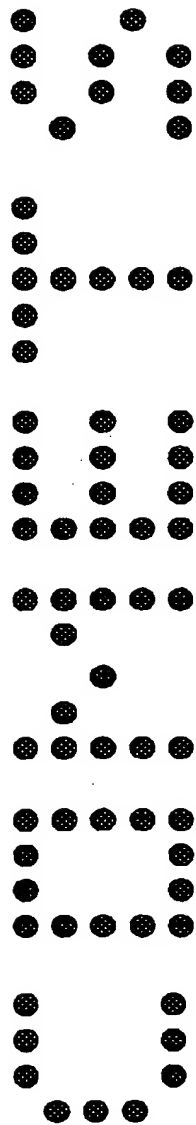
【図4】



【図 5】



【図 9】

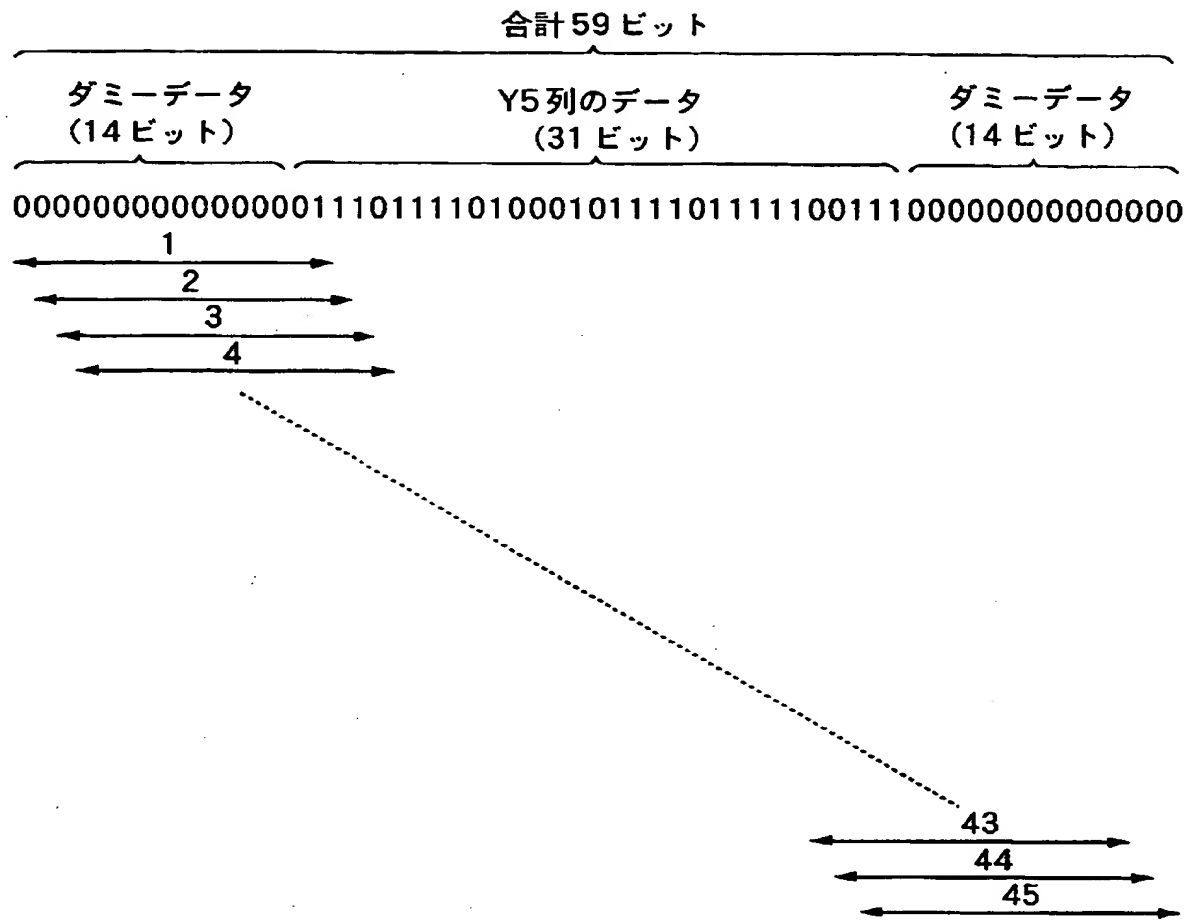


(a)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X28	X29	X30	X31	
Y1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
Y2	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Y3	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
Y4	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Y5	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0

(b)

【図 7】



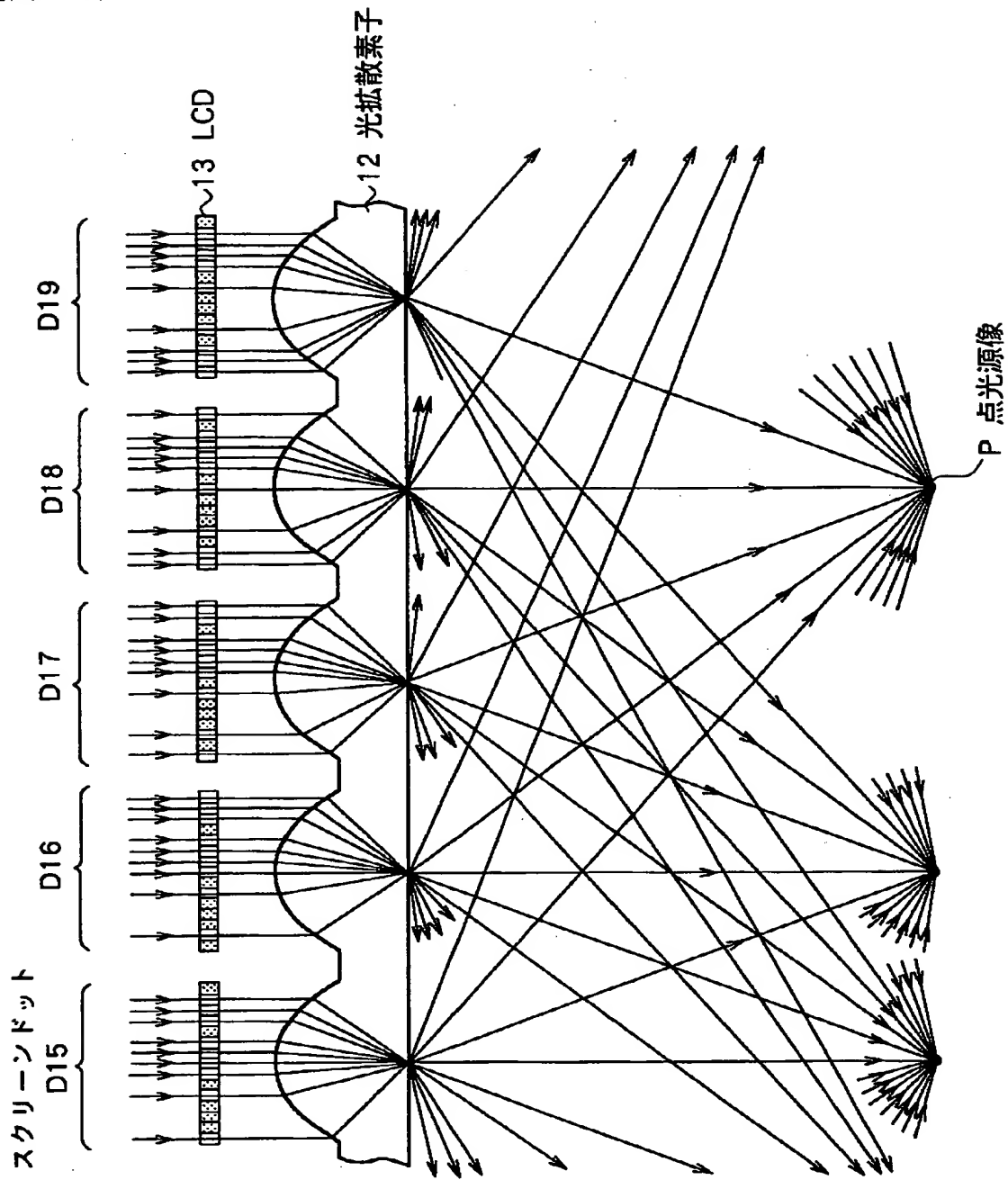
【図 8】

切出番号	切 出 デ ー タ
1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
2	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
3	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1
⋮	⋮
15	0 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 0 1
16	1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0
17	1 1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1
18	1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1
19	0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1
⋮	⋮
42	0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
43	1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
44	1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
45	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

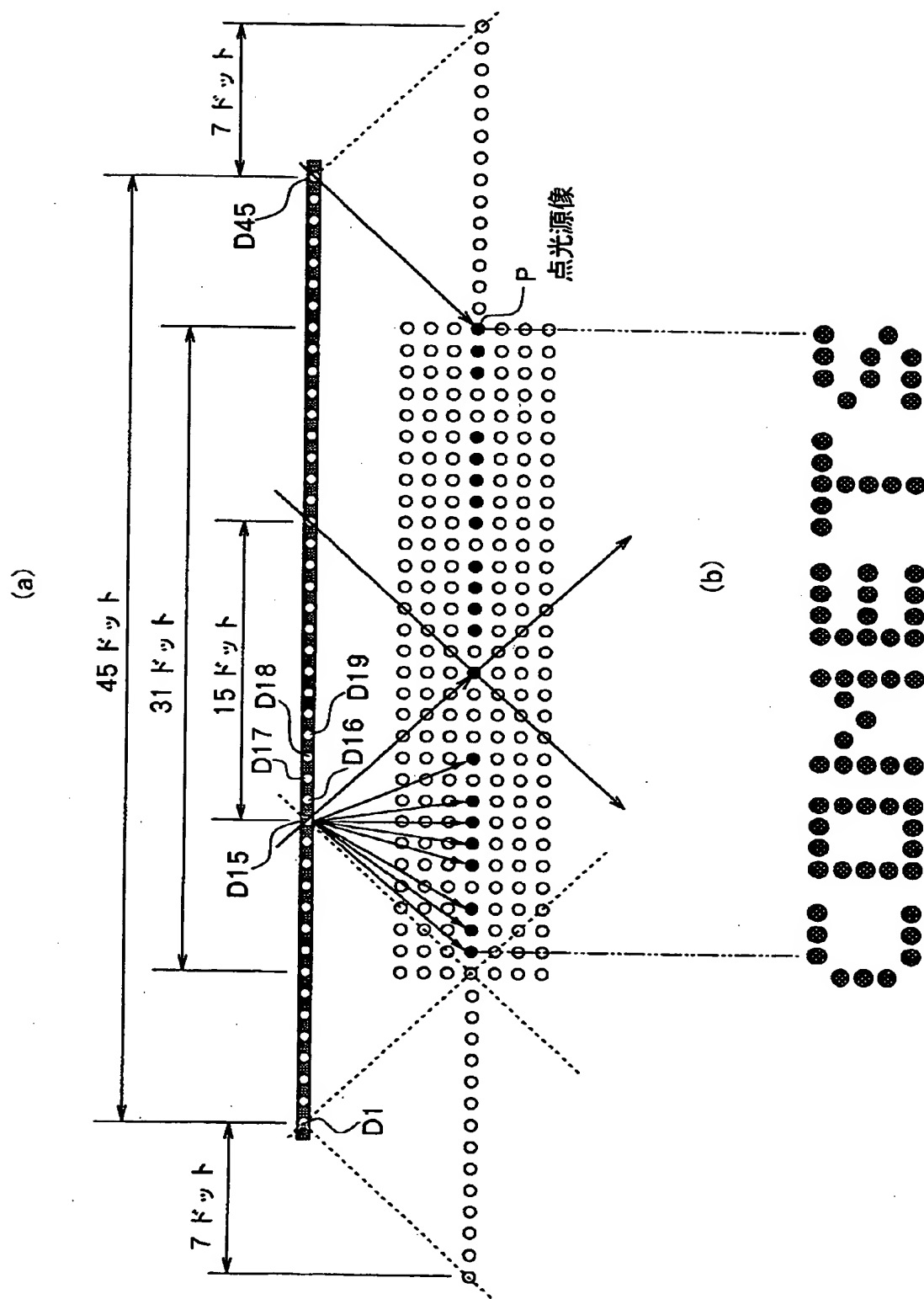
【図9】

スクリーン ドット番号	反 転 デ ー タ
D1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
D2	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
D3	1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
⋮	⋮
D15	1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0
D16	0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1
D17	1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 1 1
D18	1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 1
D19	1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0
⋮	⋮
D42	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0
D43	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1
D44	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1
D45	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1

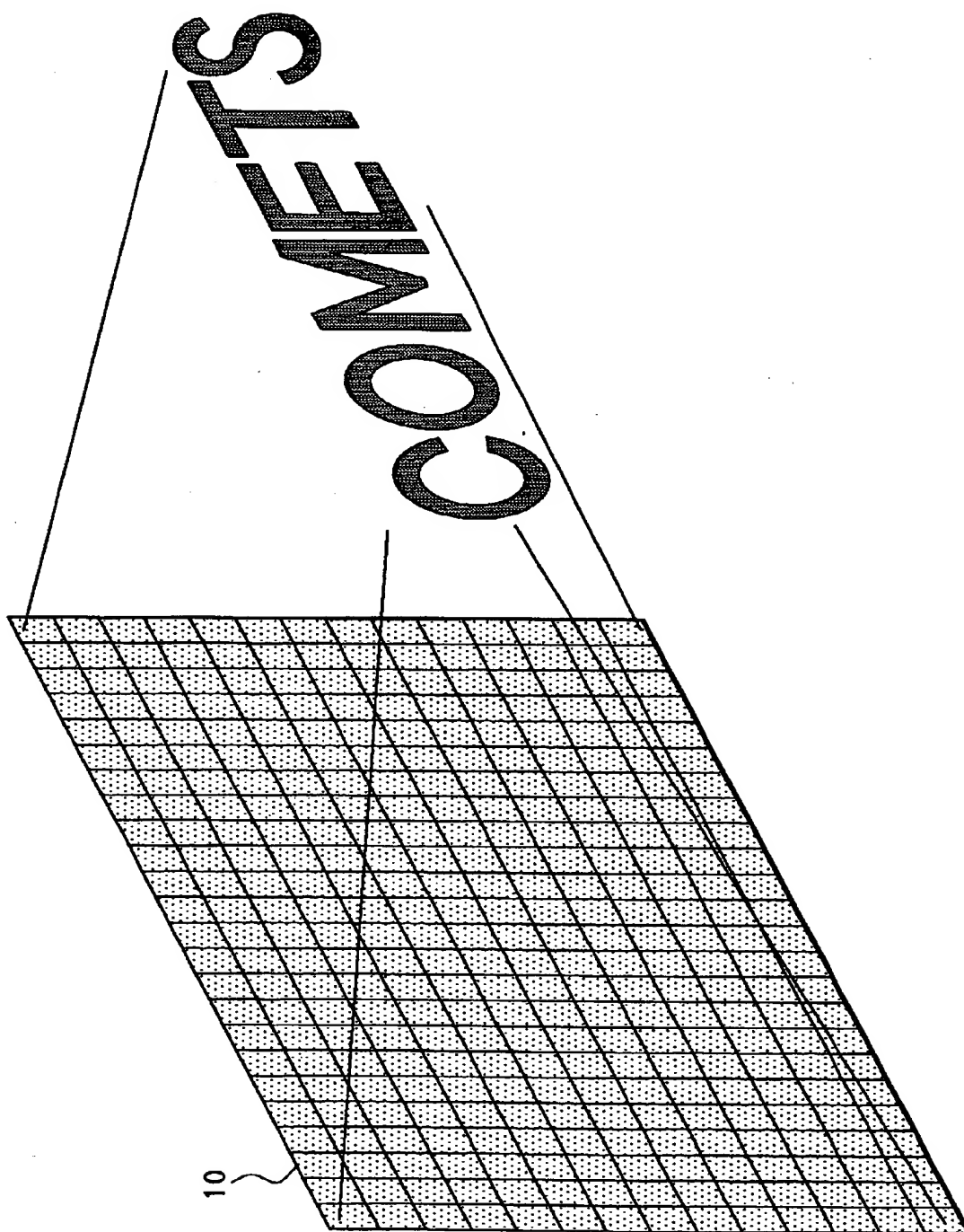
【図10】



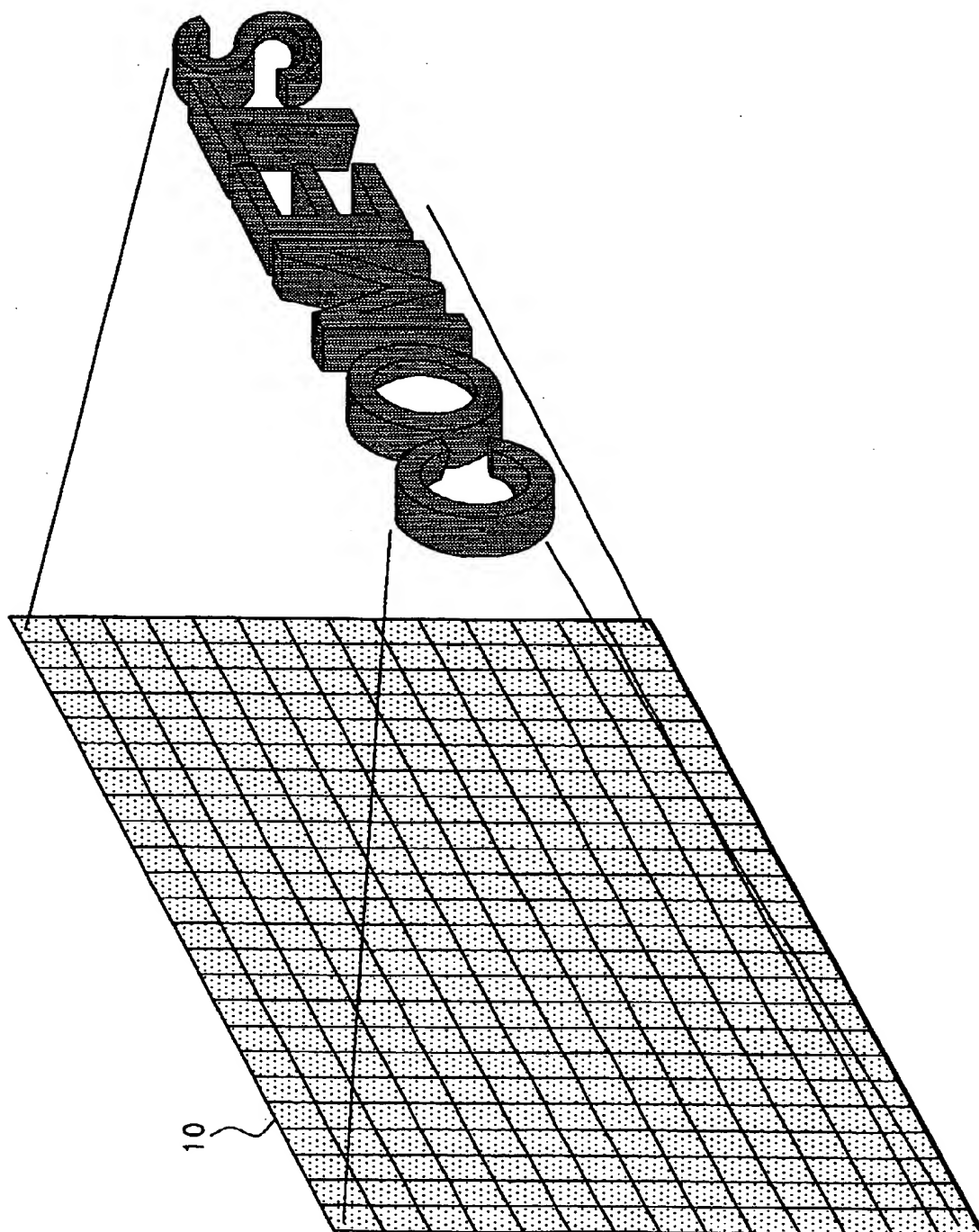
【図11】



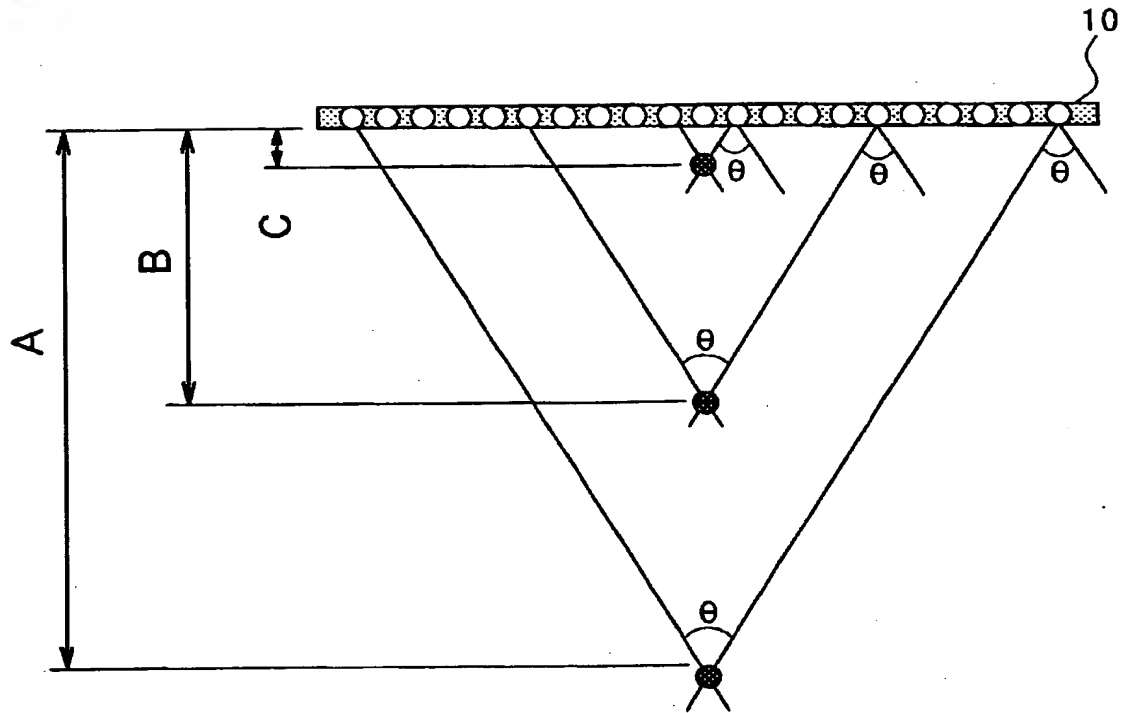
【図 12】



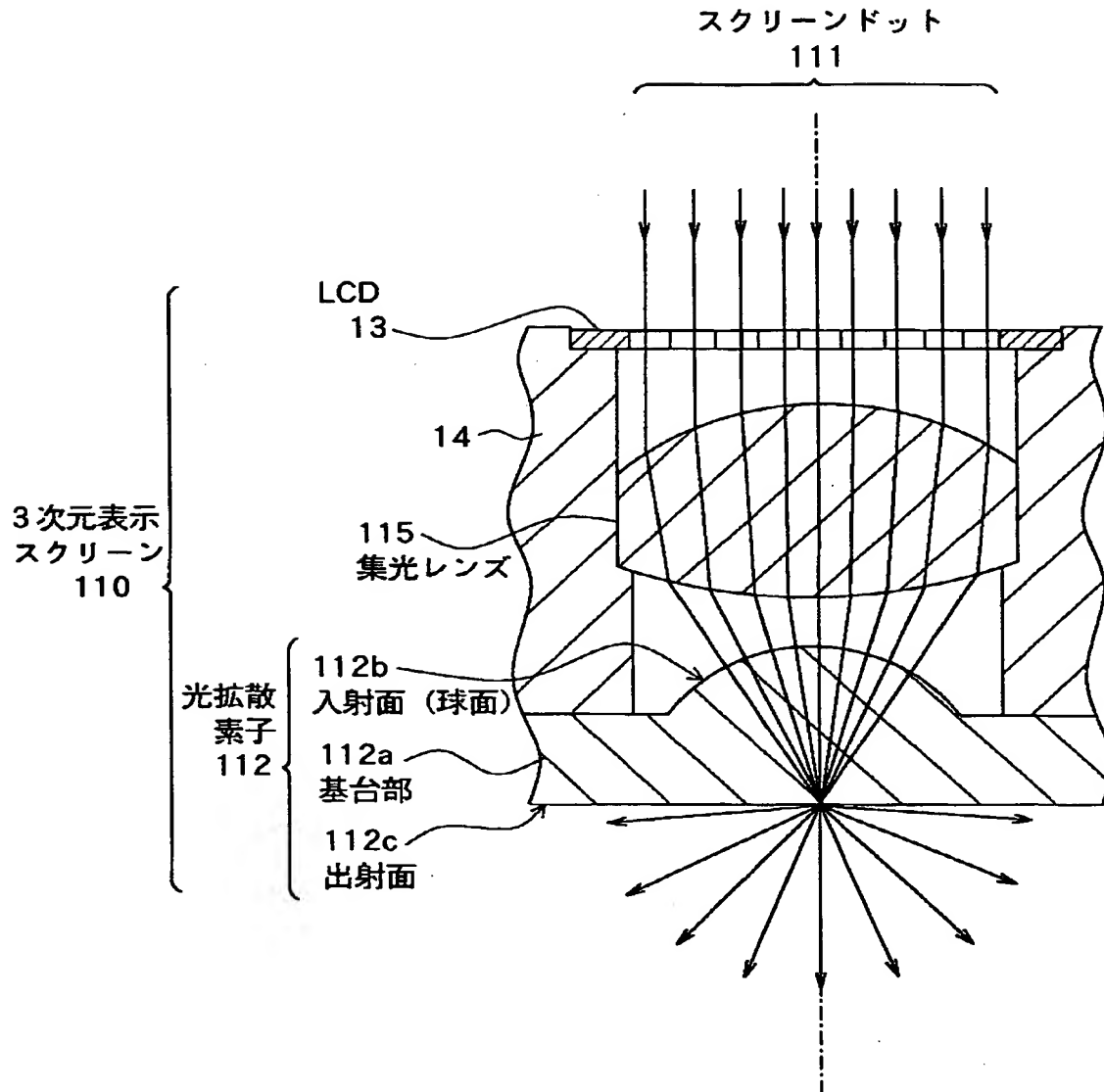
【図13】



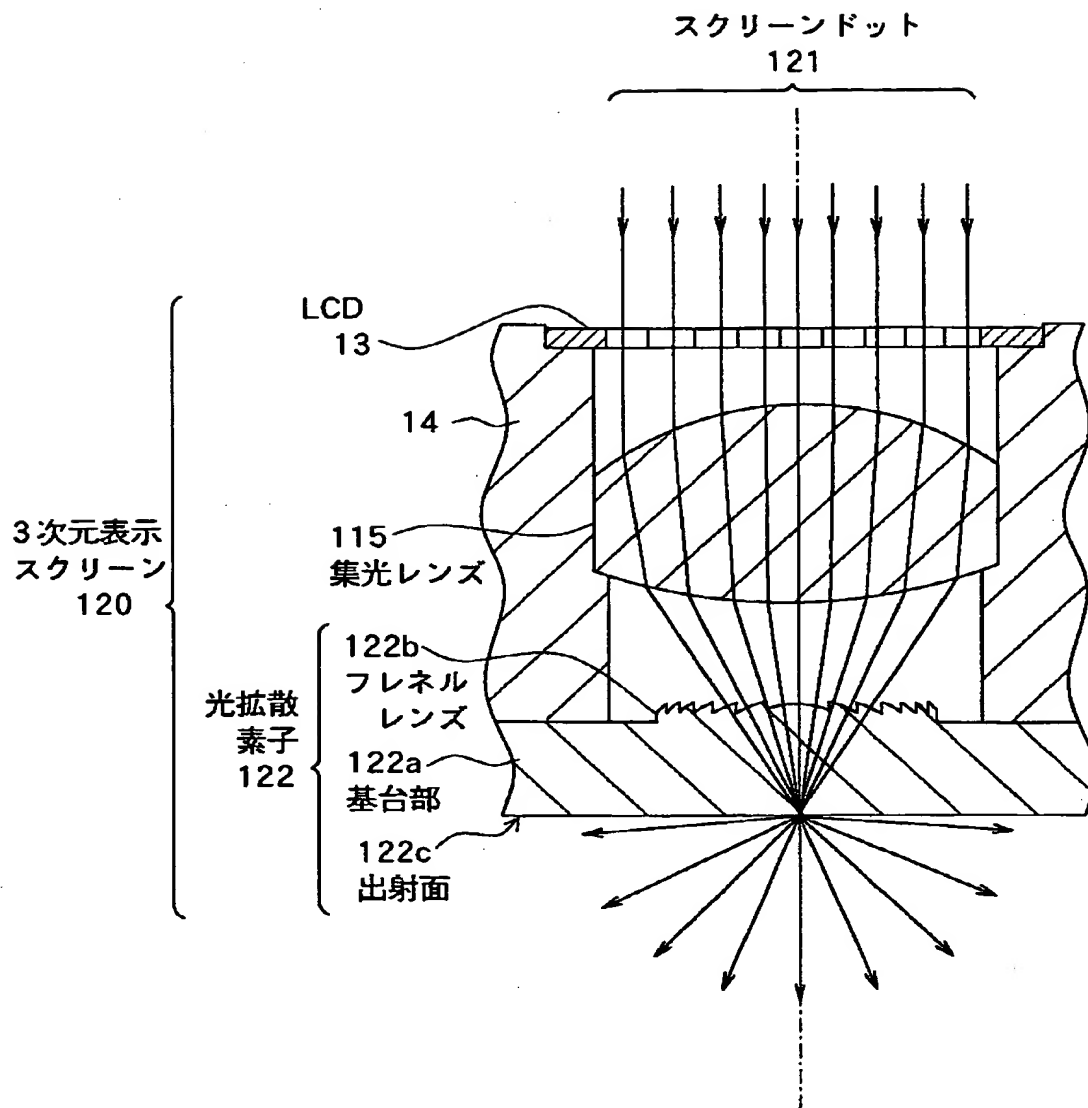
【図 14】



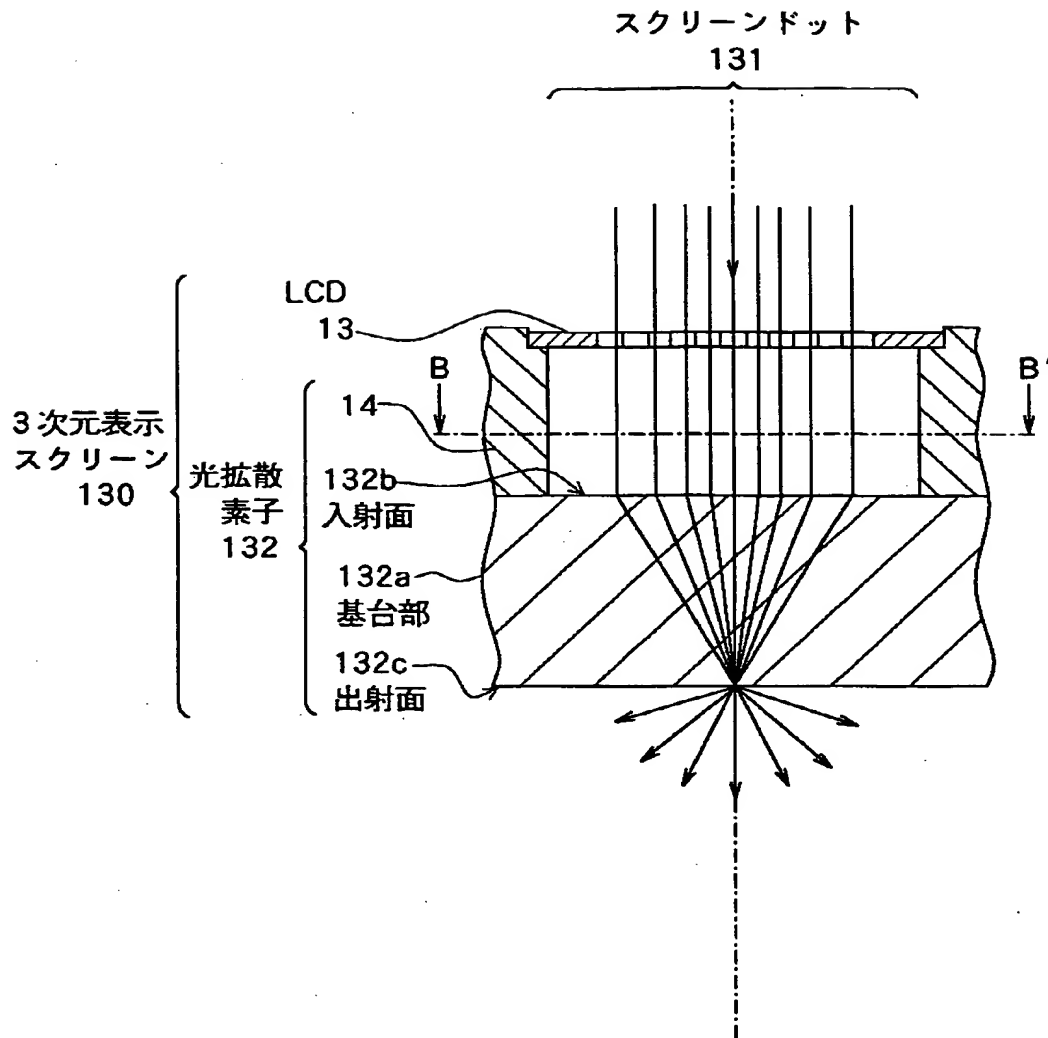
【図 15】



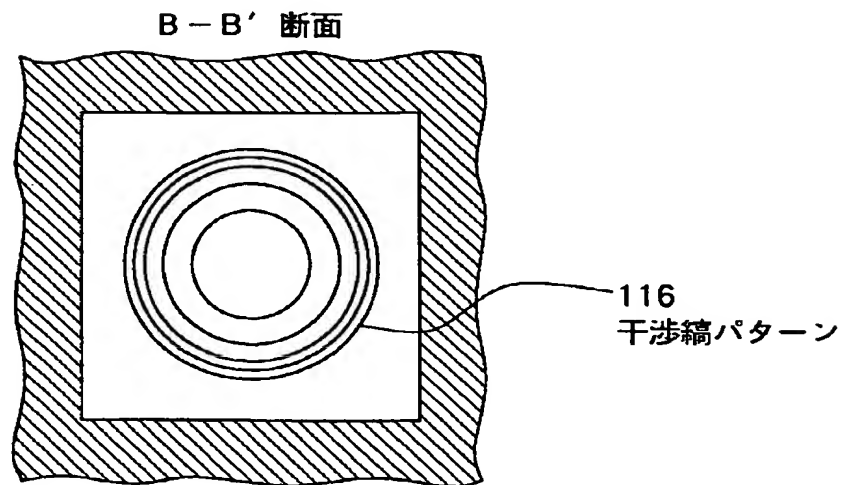
【図 16】



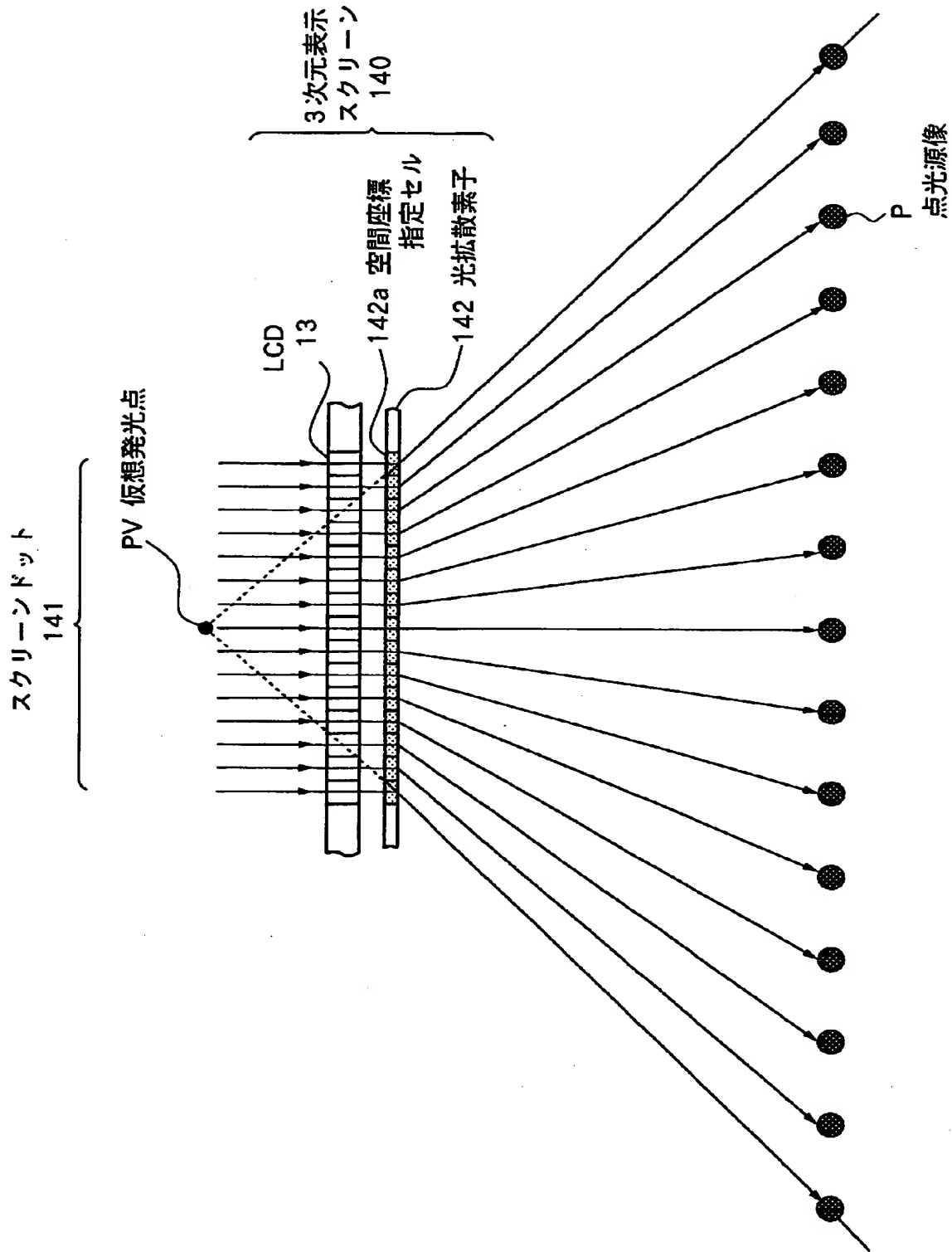
【図 17】



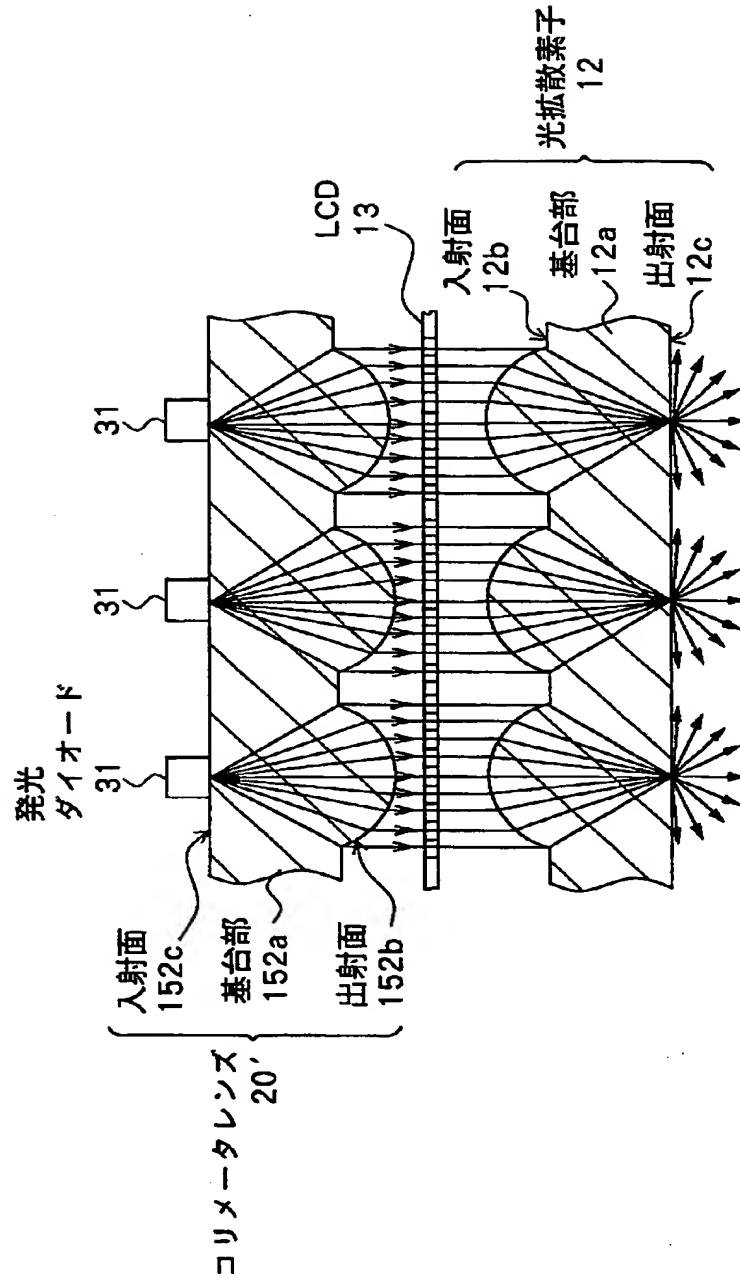
【図 18】



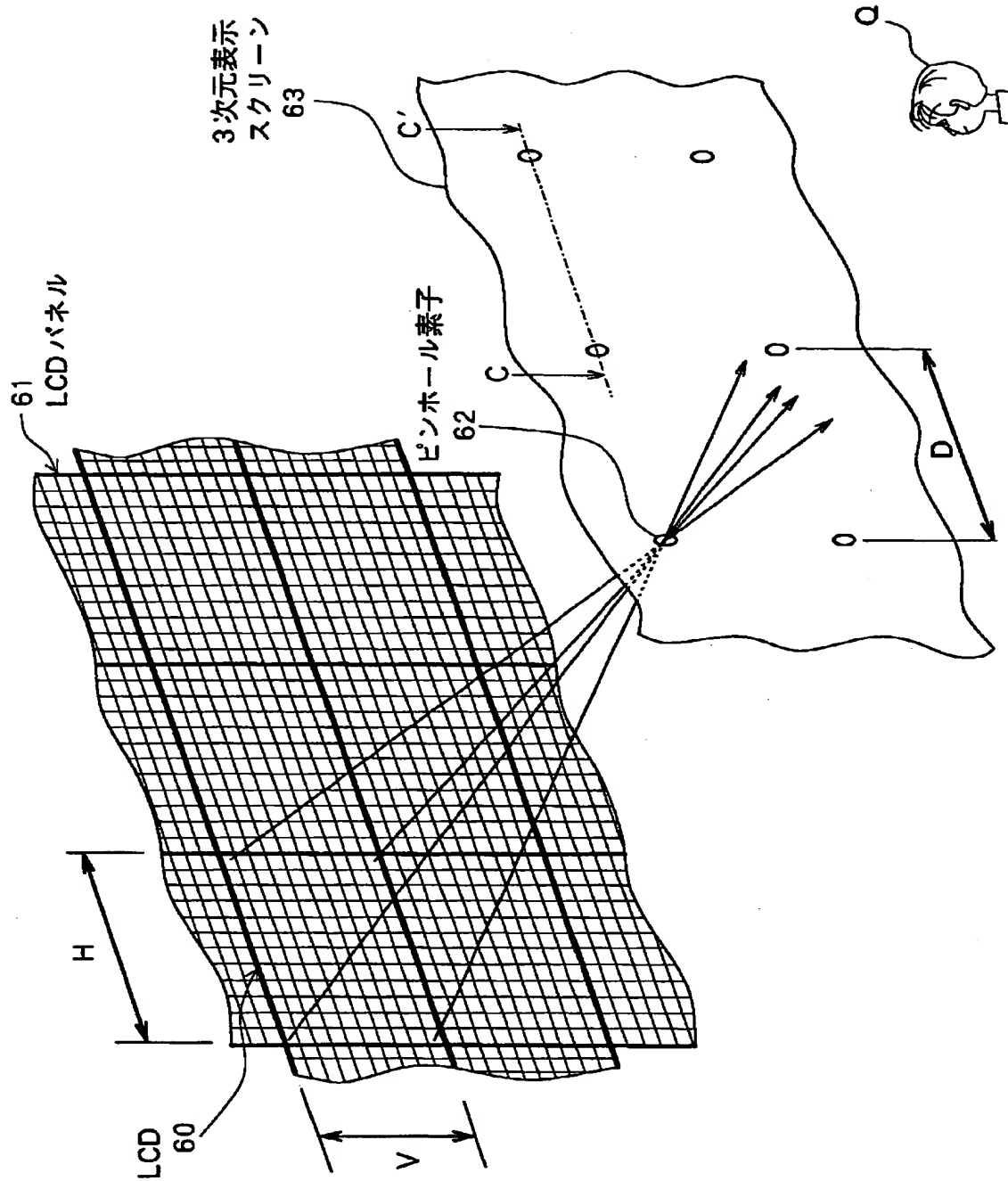
【図 19】



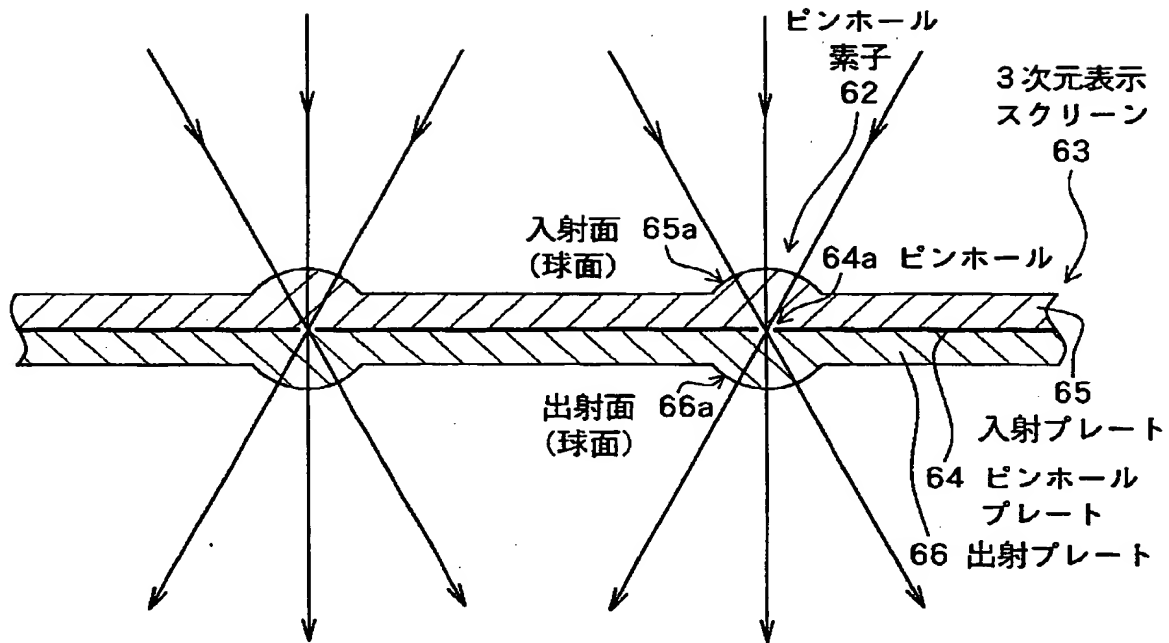
【図 20】



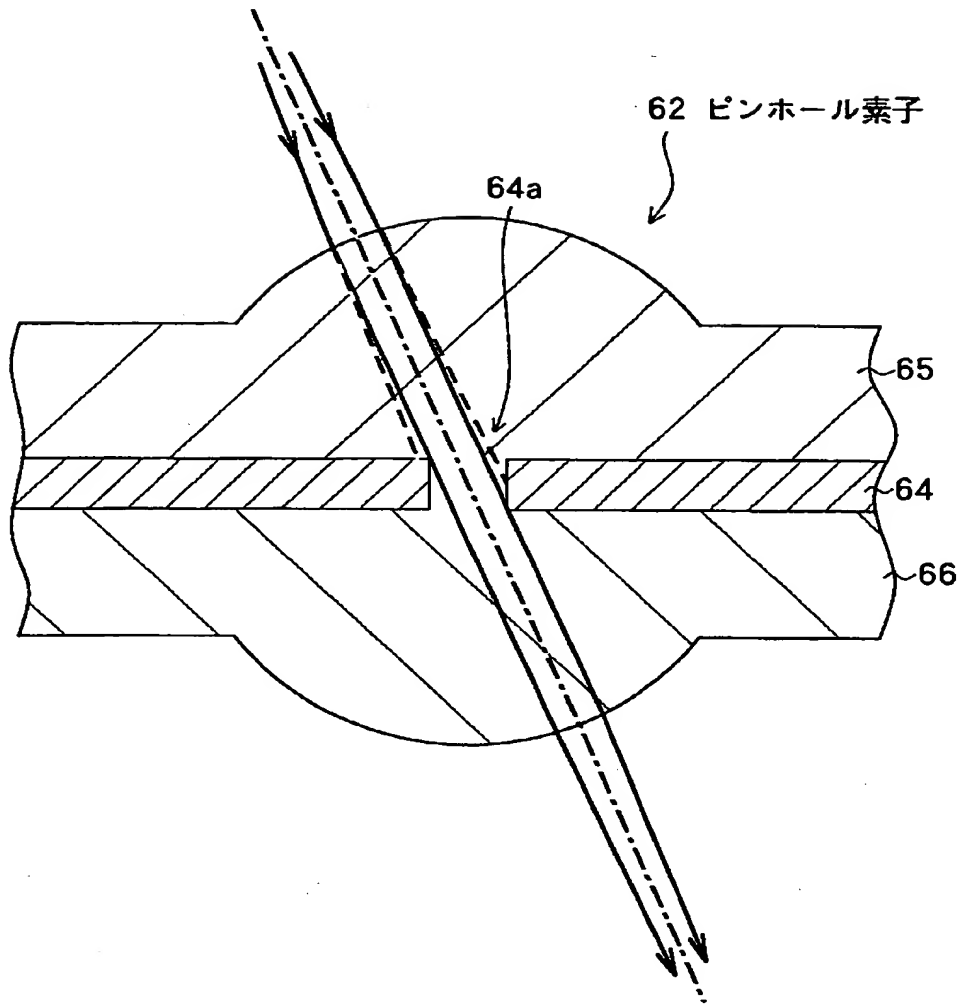
【図 21】



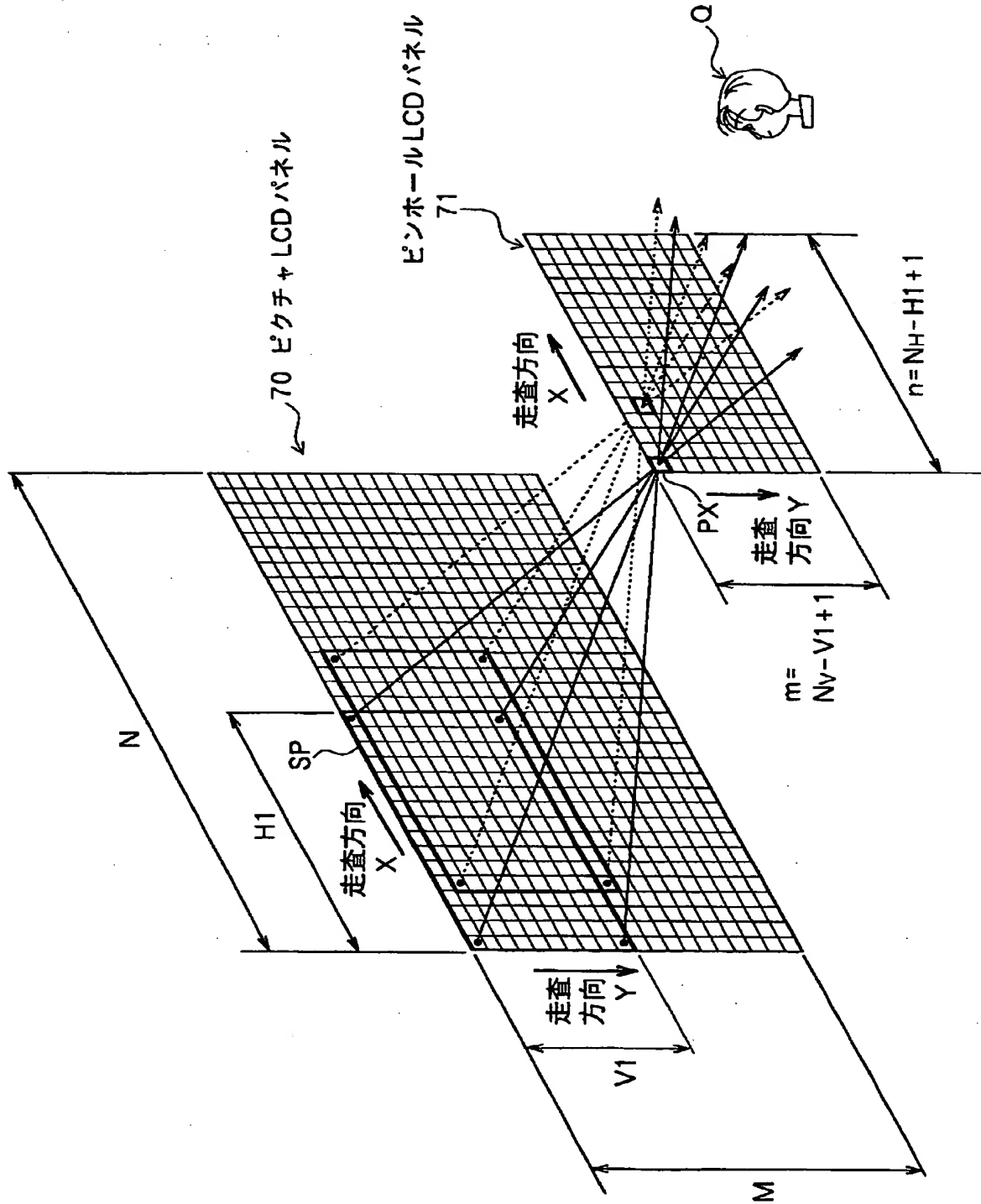
【図 22】



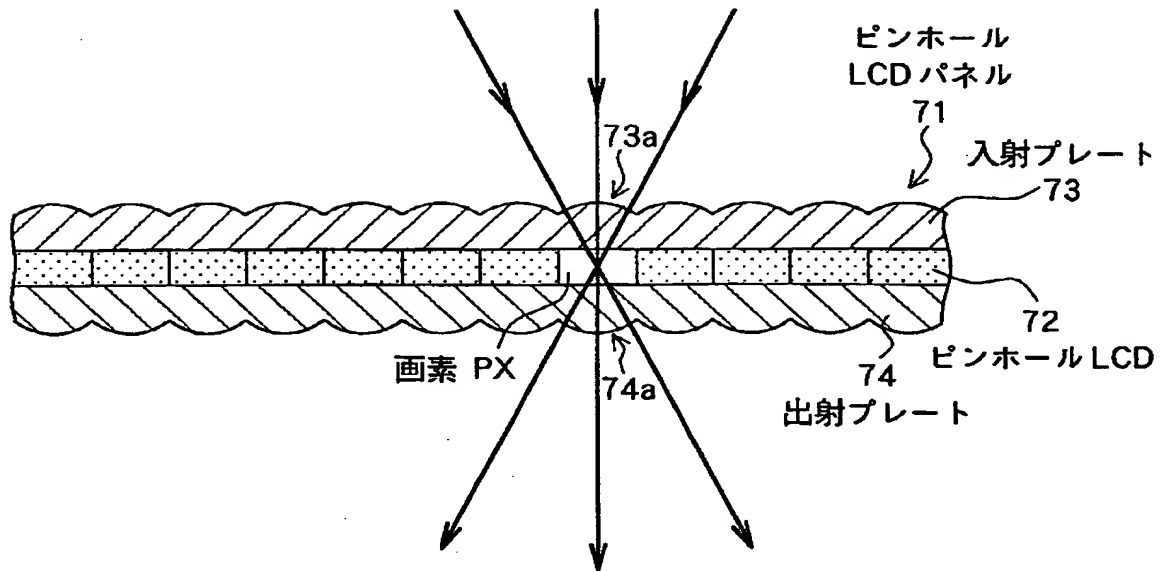
【図 23】



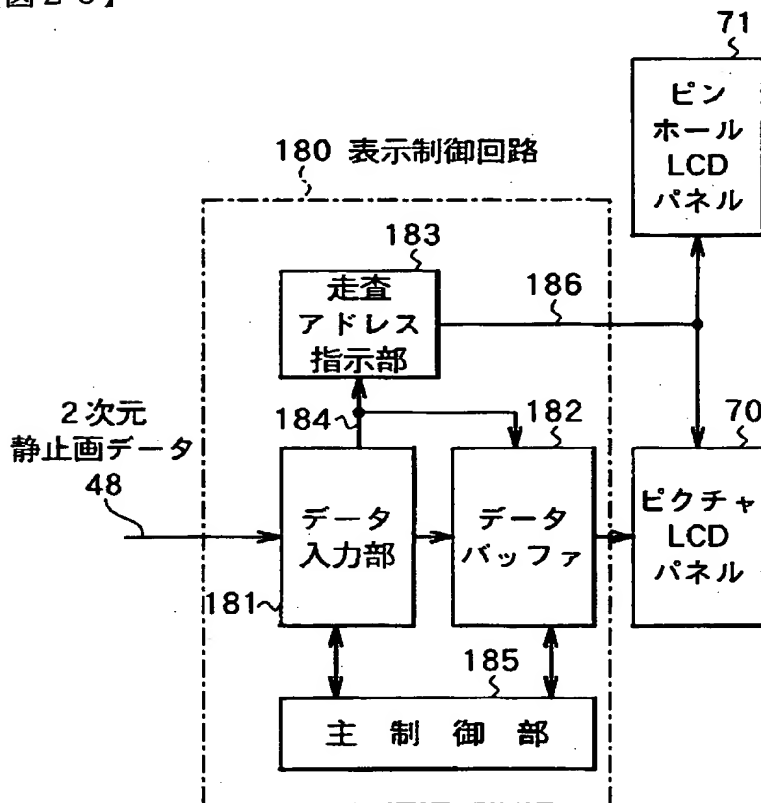
【図24】



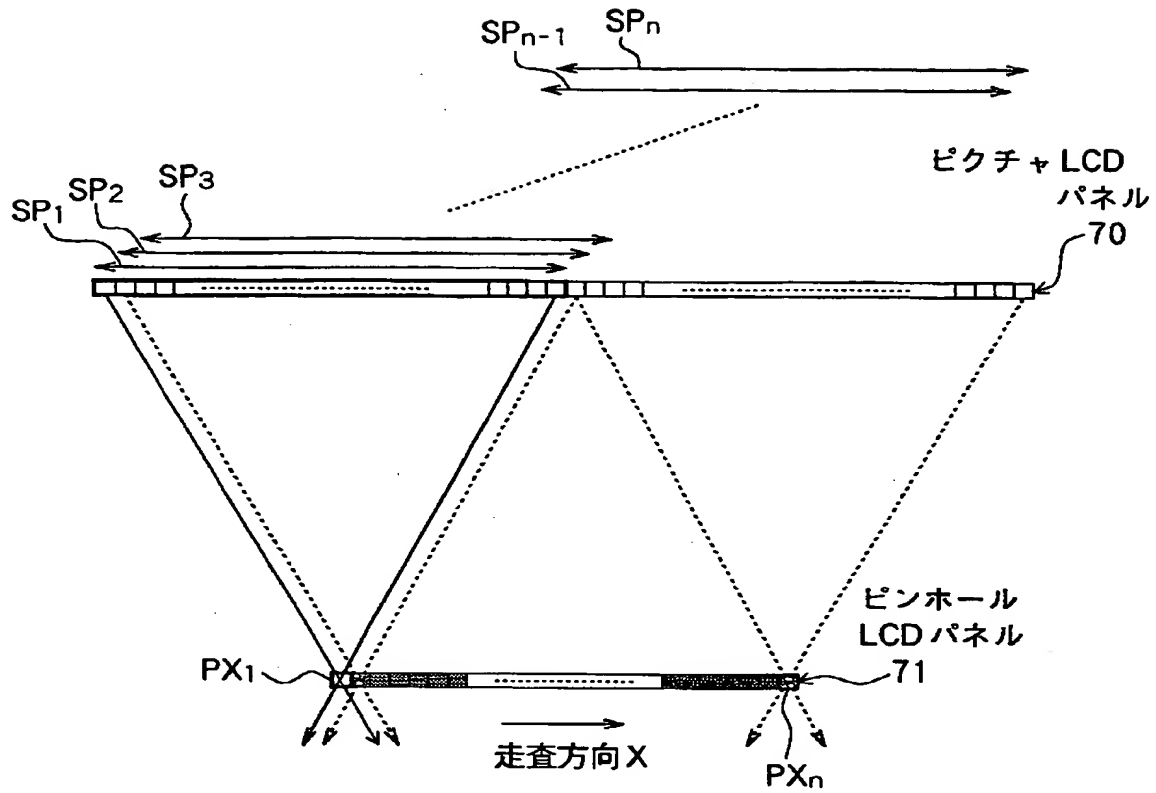
【図 25】



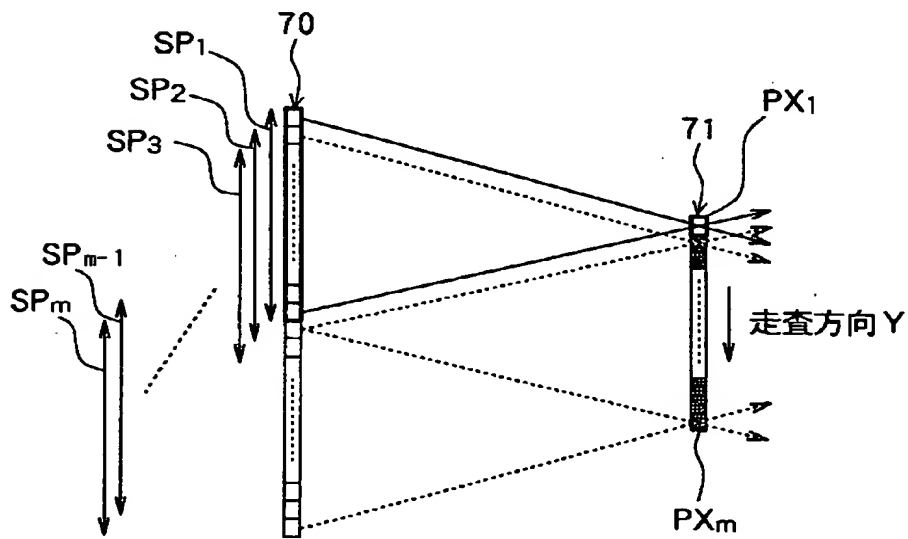
【図 26】



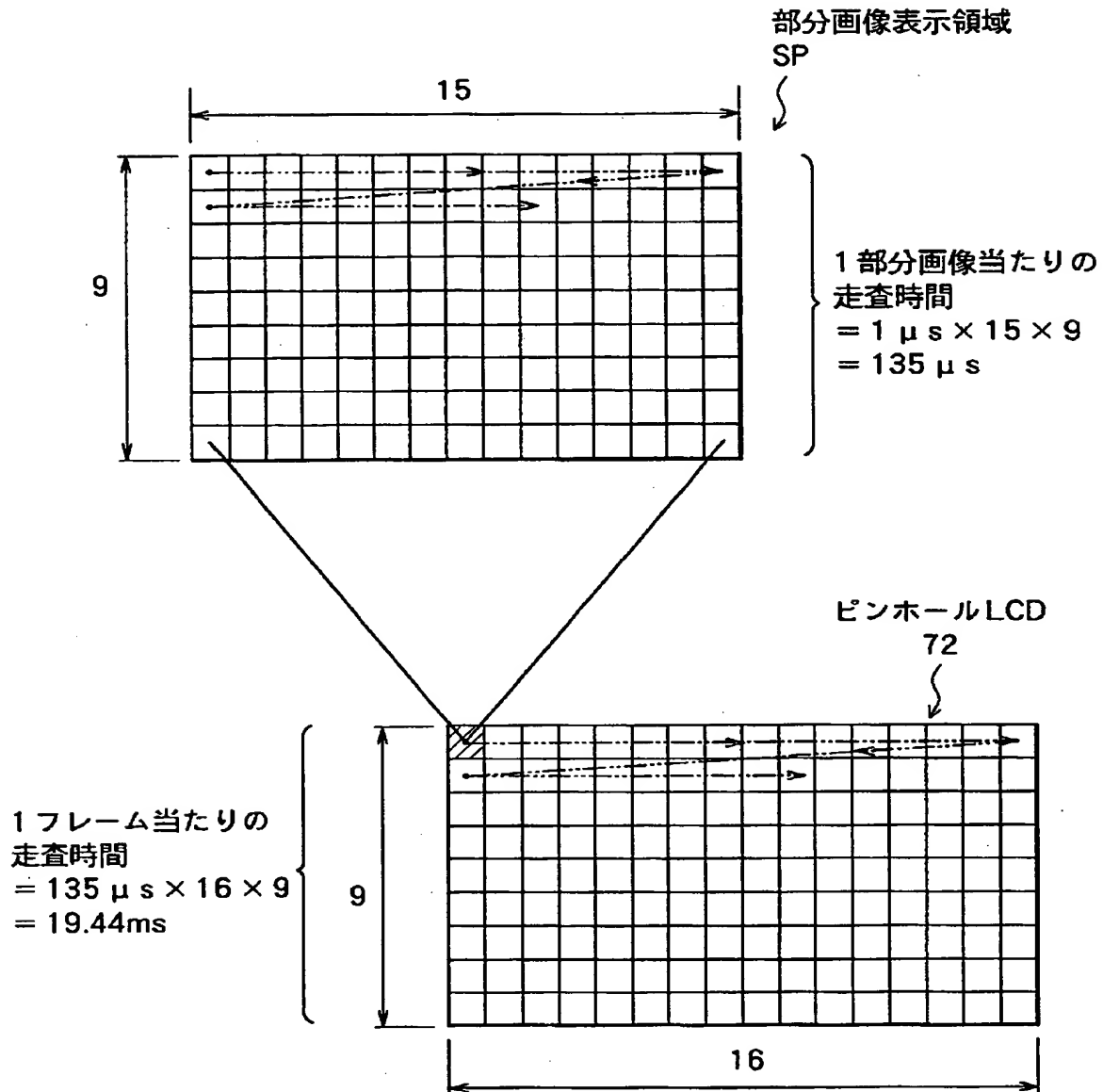
【図 27】



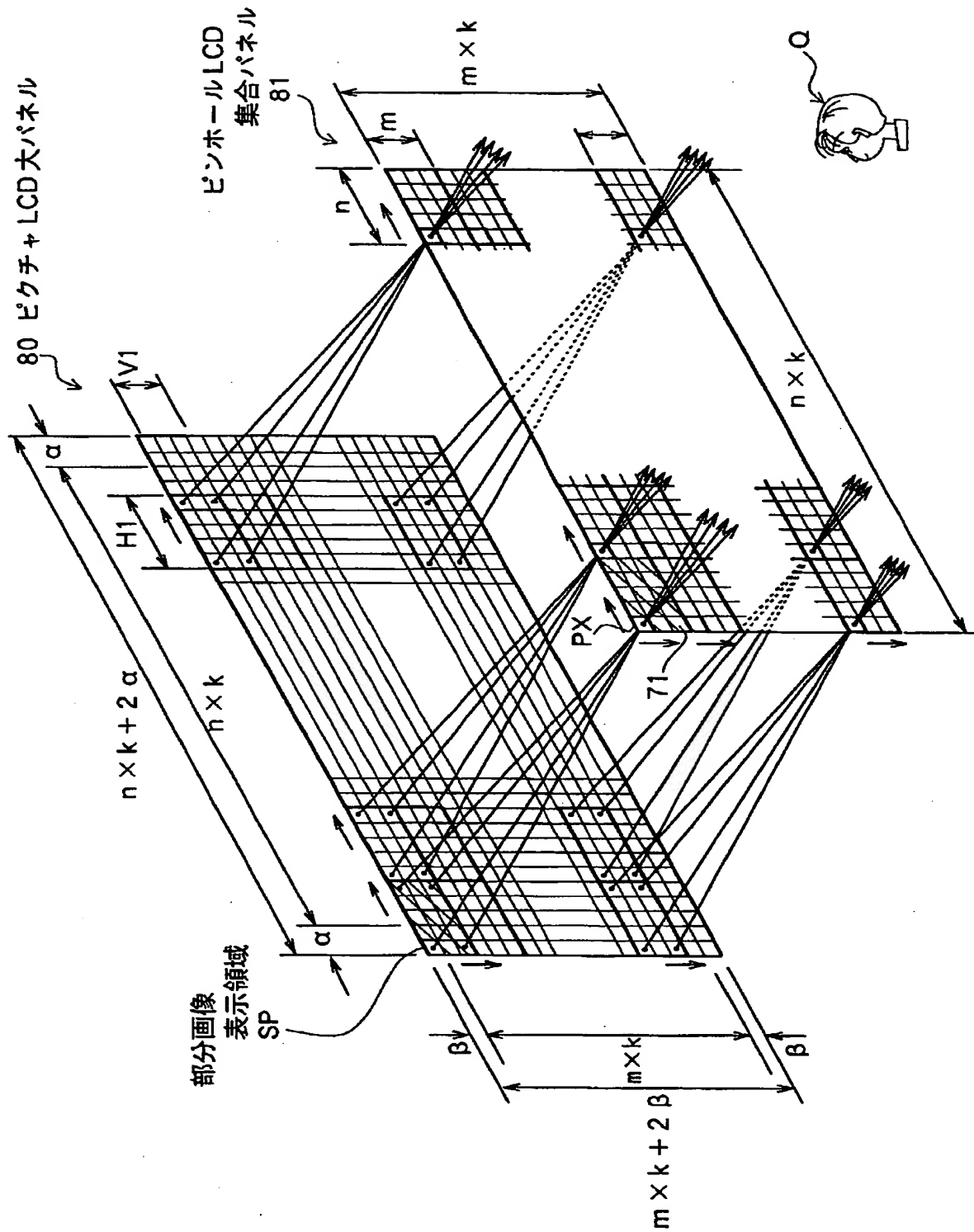
【図 28】



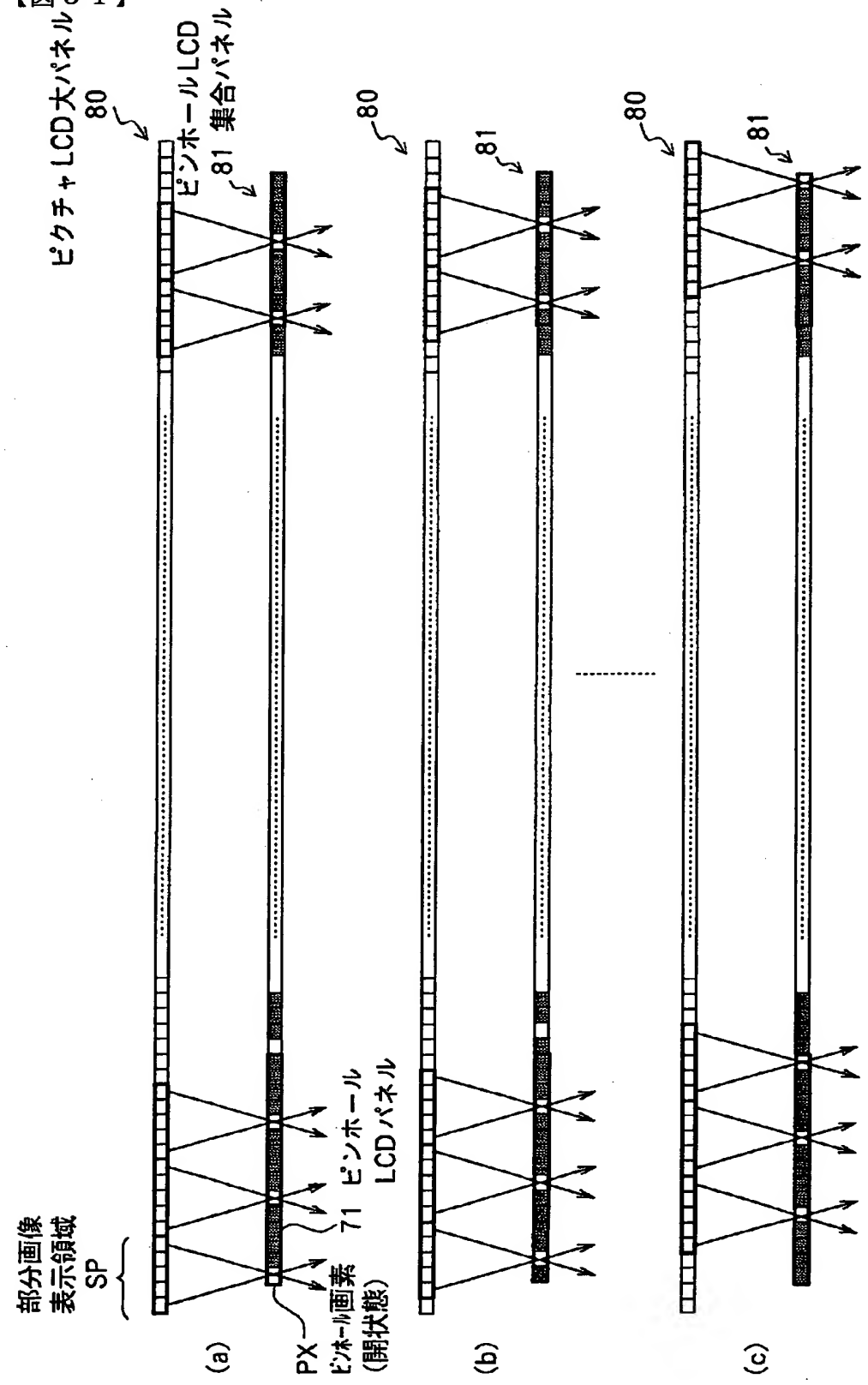
【図 29】



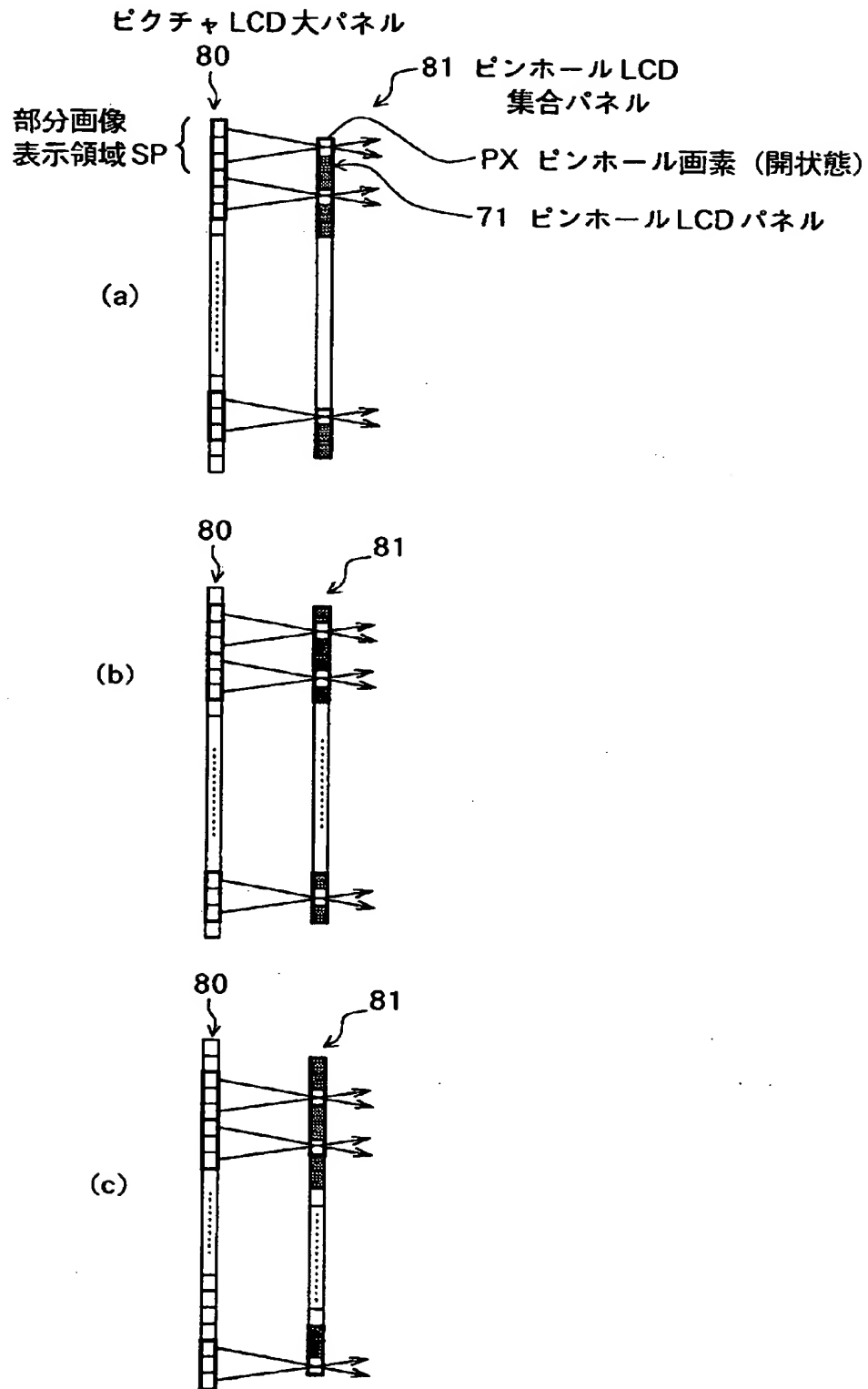
【図 30】



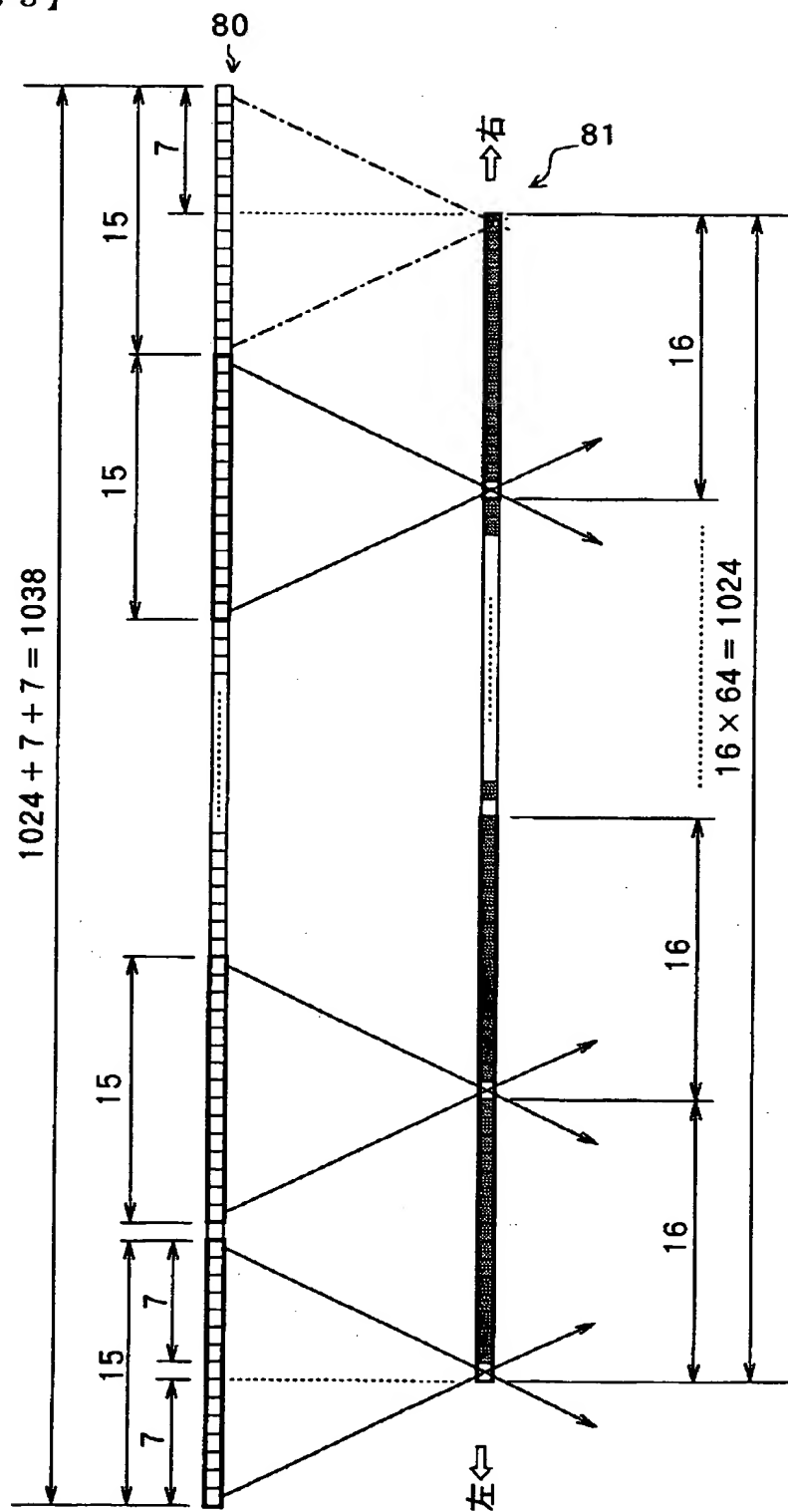
【図 31】



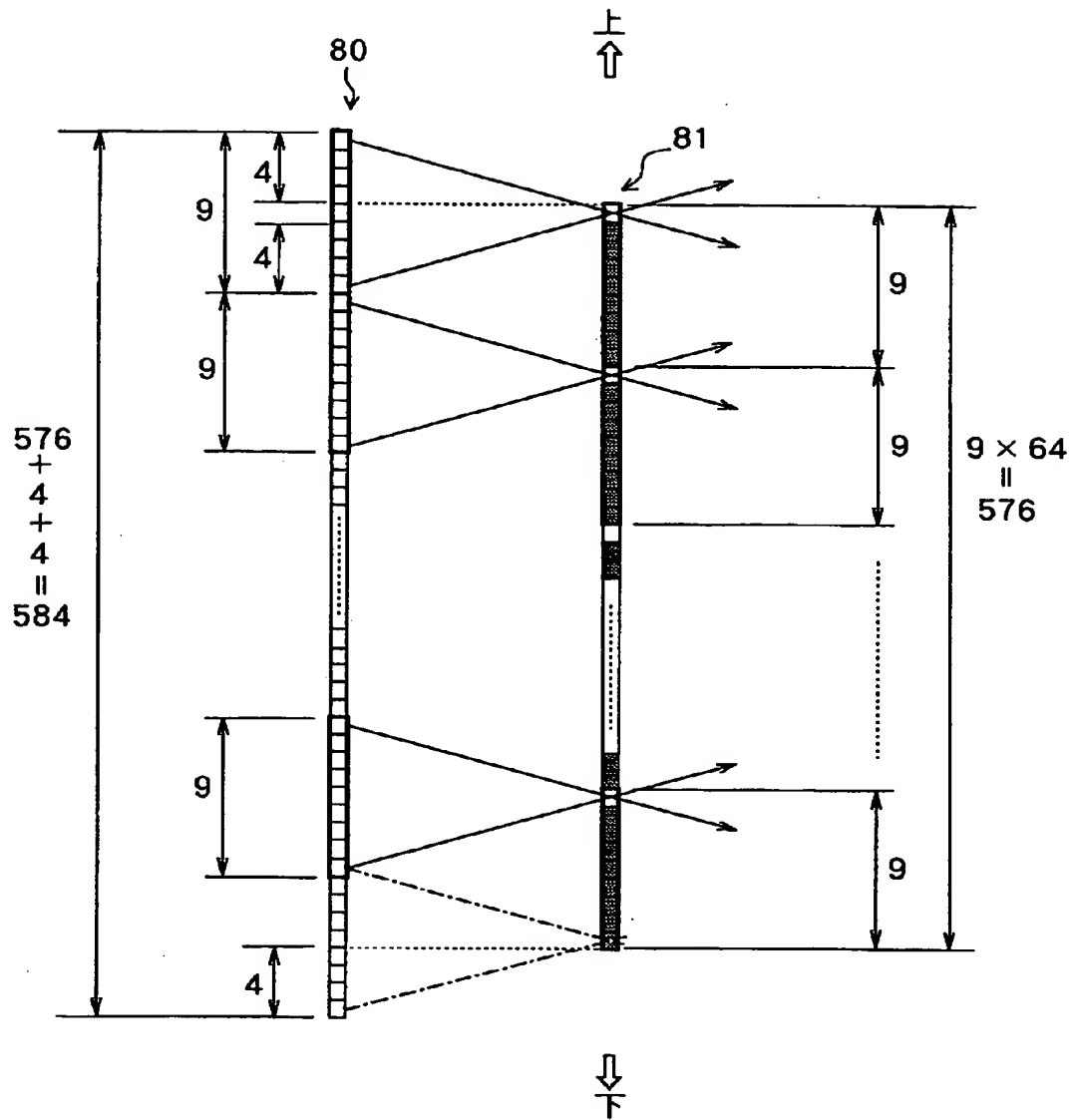
【図 3 2】



【図 3 3】



【図 3 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 専用の眼鏡やコヒーレント光を必要とせずに、静止画のみならず動画についても真の意味での立体表示が可能な3次元画像表示装置を提供する。

【解決手段】 3次元表示スクリーン10上に、画像内容の変更が容易なLCDを用いて構成した多数のスクリーンドット11を配列し、これらの各LCDに形成した物体像を空間に投射することにより、表示対象の3次元画像Rを構成する多数の点光源像Pを形成する。観測者Qはこれを立体画像として観察できる。

【選択図】 図5

【書類名】 職権訂正データ
【訂正書類】 特許願

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 598026862

【住所又は居所】 神奈川県厚木市妻田東1-6-48 ウッドパーク
本厚木709

【氏名又は名称】 堀米 秀嘉

【代理人】

【識別番号】 100107559

【住所又は居所】 東京都新宿区新宿1-14-5 新宿KMビル5階
502号 藤島・星宮国際特許事務所

【氏名又は名称】 星宮 勝美

【代理人】

【識別番号】 100109656

【住所又は居所】 東京都新宿区新宿1-14-5 新宿KMビル5階
502号 藤島・星宮国際特許事務所

【氏名又は名称】 三反崎 泰司

【代理人】

申請人

【識別番号】 100098785

【住所又は居所】 東京都新宿区新宿1-14-5 新宿KMビル5階
502号 藤島・星宮国際特許事務所

【氏名又は名称】 藤島 洋一郎

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [598026862]

1. 変更年月日 1998年 2月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県厚木市妻田東1-6-48 ウッドパーク本厚木70
9

氏 名 堀米 秀嘉

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)